

МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ ЯКІСНИХ ПОКАЗНИКІВ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЗАСОБІВ ВИМІРЮВАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ

Проведене виокремлення якісних показників програмного забезпечення для оцінки впливу цих показників на метрологічні характеристики засобів вимірювальної техніки. Запропонована Методика визначення показників якості програмного забезпечення засобів вимірювань. Розроблена шкала рівнів якості (кваліметрична шкала) програмних продуктів.

Ключові слова: оціночний елемент, узагальнений показник якості, кваліметрична шкала.

L.M. VITKIN

Ministry of economic development and trade of Ukraine

M.V. KUZ, V.M. ANDREIKO

Ivano-Frankivsk university of law named after King Danylo Galysky

THE METHOD FOR FINDING QUALITY INDEXES OF MEASURING INSTRUMENTS SOFTWARE

Abstract – the aim of this article is to develop methods for determining and estimating quality indexes of measuring instruments software and to introduce a technic of theirs visual representation.

Requirement analysis of current regulatory documents about determining and estimating quality indexes of measuring instruments software was provided. Some quality indexes were segregated in the purpose of finding a level of their influence on the metrological characteristics of measuring instruments. The methodology with generalized final quality index were suggested for determining and estimating quality indexes of measuring instruments software. The scale for quality levels (qualimetric scale) of such software products were developed based on the Fibonacci numbers (the golden ratio).

This methodology usage allows to estimate software qualimetric indexes, which are the part of measuring instrument computer components.

Keywords: evaluation element, generalized quality index, qualimetric scale.

Вступ

Чинна нормативна база [1, 2], що регламентує методики визначення та оцінки якісних показників програмних продуктів, встановлює шість факторів якості, що базуються на критеріях якості, які, в свою чергу, визначаються на основі оціночних елементів, об'єднаних у метрики якості. Наявність такого різноманіття факторів якості ускладнює можливість порівняння двох однотипних програмних продуктів. Крім того в діючих нормативних документах відсутні методики такого порівняння.

Виходячи з цього, актуальним є питання розроблення методики визначення єдиного узагальненого якісного показника для того чи іншого програмного продукту з подальшою можливістю порівняння цих продуктів за єдиним критерієм, що об'єднуватиме в собі всі характеристики якості програмних продуктів.

Відкритим залишається питання представлення визначених показників якості програмних продуктів. В літературних джерелах та нормативних документах [1] ці показники, як правило, подаються у вигляді громіздких таблиць, що є важким для аналізу.

Постановка завдання

Метою цієї роботи є розроблення методики визначення та оцінки показників якості програмного забезпечення засобів вимірювальної техніки, методів порівняння якісних показників однотипних (чи однакового призначення) програмних продуктів на основі узагальненого показника якості та придатних для зручного візуального сприйняття і аналізу, методів представлення визначених кваліметричних показників.

Результати дослідження

Методичні документи, що поширюються на засоби вимірювальної техніки, не вимагають здійснення статичного тестування програмних засобів, на відміну від цього, при оцінці якісних показників програмних продуктів таке тестування здійснюється [1].

Тому проведене виокремлення якісних показників програмного забезпечення для оцінки впливу цих показників на метрологічні характеристики даних засобів вимірювань [3]. З асортименту показників вибрані тільки ті оціночні елементи, для яких можна визначити числові значення впливу на вимірювані параметри і, в результаті цього, оцінити вплив на похибку засобів вимірювальної техніки [4]. Зокрема [1] містить два типи залежностей для визначення розрахунковим методом вимірюваних показників якості:

$$P(F_1, F_2) = 1 - \frac{F_1}{F_2}, \quad (1)$$

де $P(F_1, F_2)$ – показник якості програмного продукту: показник стійкості до спотворюючої дії та ймовірність безвідмовної роботи; F_1 – кількість експериментів, в яких спотворюючі дії приводили до відмови та кількість зареєстрованих відмов, відповідно; F_2 – загальна кількість проведених експериментів;

$$P(T_1, T_2) = \begin{cases} 1, & \text{якщо } T_1 \leq T_2 \\ \frac{T_2}{T_1}, & \text{якщо } T_1 > T_2 \end{cases}, \quad (2)$$

де $P(T_1, T_2)$ – показник якості програмного продукту: оцінка за середнім часом відновлення, оцінка тривалості перетворення вхідного набору даних у вихідний; T_1 – час відновлення після відмови та фактична тривалість перетворення вхідного набору даних у вихідний, відповідно; T_2 – допустимий час відновлення після відмови та допустима тривалість перетворення вхідного набору даних у вихідний, відповідно.

На основі типових залежностей (1), (2) та з врахуванням параметрів, що мають значний вплив на якісні показники програмного забезпечення засобів вимірювальної техніки [4], розроблена методика визначення показників якості, яка полягає в наступному. Числові значення показників якості визначаються за формулою:

$$q_e = \begin{cases} 1 - \frac{|f_1(o_e) - f_2(o_e)|}{f_2(o_e)}, & \text{при } 1 \leq e \leq 4 \\ 1 - \frac{f_3(o_e)}{f_4(o_e)}, & \text{при } 5 \leq e \leq 8 \\ \begin{cases} 1, & \text{якщо } f_5(o_e) \leq f_6(o_e) \\ 1 - \frac{f_6(o_e)}{f_5(o_e)}, & \text{якщо } f_5(o_e) > f_6(o_e) \end{cases}, & \text{при } 9 \leq e \leq 11, \\ \begin{cases} 1, & \text{якщо } S_2 \leq S_1 \\ 1 - \frac{|f_7(o_e) - f_8(o_e)|}{f_8(o_e)}, & \text{якщо } S_2 > S_1 \end{cases}, & \text{при } e = 12 \end{cases}, \quad (3)$$

де q_e – показник якості програми; e – порядковий номер показника якості та відповідного оціночного елемента; o – оціночний елемент; $f_1(o_e), f_2(o_e), f_3(o_e), f_4(o_e), f_5(o_e), f_6(o_e)$ – функціональні залежності якісних показників; для $e = 1$, $q_1 = 1$ якщо алгоритм роботи програми передбачає здійснення оцінки вхідних даних на наявність промахів, у протилежному випадку $f_1(o_1) = |o_{1\max}|$, $f_2(o_1) = \bar{o}_1$, де o_1 – вимірювана фізична величина, набір значень якої є вхідними даними, що обробляються програмним забезпеченням; для $e = 2$ при використанні середньостатистичних або приблизних значень параметрів, які не вимірюються $f_1(o_2) \approx \bar{o}_2$, $f_2(o_2) = o_2$, де o_2 – вимірювана фізична величина, у протилежному випадку $q_2 = 1$; для $e = 3$ при визначенні відхилення внесеної в програму і отриманої за результатами калібрування градуювальних характеристик датчиків фізичних величин, що входять до складу засобів вимірювальної техніки, $f_1(o_3) = o_{3П}$, $f_2(o_3) = o_{3М}$, де $o_{3П}$, $o_{3М}$ – значення фізичної величини, визначеної за формулою градуювальної характеристики датчика, внесеної до програми та визначеної за результатами калібрування на кожній досліджуваній точці градуювальної характеристики, відповідно. Із обчислених значень вибирають найменше значення, тобто $q_3 = (q_3)_{\max}$; для $e = 4$ при визначенні впливу суперечності у виконанні алгоритму роботи програми на метрологічні характеристики засобів вимірювальної техніки, $f_1(o_4) = o_{4П}$, $f_2(o_4) = o_{4С}$, де $o_{4П}$, $o_{4С}$ – значення фізичної величини, обчисленої за алгоритмом описаним в програмних чи методичних документах, та значення фізичної величини отримане нею внаслідок впливу суперечності (наприклад, переприсвоєння), відповідно; для $e = 5$ при визначенні показника стійкості до спотворюючих дій $f_3(o_5) = D$, $f_4(o_5) = K$, де D – кількість експериментів, в яких спотворююча дія приводила до відмови, K – кількість експериментів, в яких імітувалися спотворюючі дії; для $e = 6$ при оцінці ймовірності безвідмовної роботи $f_3(o_6) = Z$, $f_4(o_6) = N$, де Z – кількість зареєстрованих відмов, N – кількість експериментів; для $e = 7$ при оцінці достатності отриманої інформації для продовження роботи $f_3(o_7) = l$, $f_4(o_7) = n$, де n – необхідна (достатня) кількість значень фізичної величини, l – фактична кількість отриманих значень; для $e = 8$ при оцінці впливу кількості знаків після коми в

результатах обчислень, які видаються програмою, на метрологічні характеристики засобів вимірвальної техніки $f_3(o_8) = 10^{-f}$, $f_4(o_8) = o_8$, де o_8 – числове значення результату обчислень, f – наявний в результаті знак після коми; для $e = 9$ при оцінці тривалості перетворення вхідного набору даних у вихідний $f_5(o_9) = T_{pi}$, $f_6(o_9) = T_{pi}^{доп}$, де $T_{pi}^{доп}$ – допустимий час перетворення i -го вхідного набору даних, T_{pi} – фактична тривалість перетворення i -го вхідного набору даних; для $e = 10$ при оцінці часу виконання програми $f_5(o_{10}) = T_b$, $f_6(o_{10}) = T_b^{доп}$, де $T_b^{доп}$ – допустимий час виконання програми, T_b – фактична тривалість виконання програми; для $e = 11$ при оцінці часу реакції і відповідей програми $f_5(o_{11}) = T_p$, $f_6(o_{11}) = T_p^{доп}$, де $T_p^{доп}$ – допустимий час реакції і відповідей програми, T_p – фактична тривалість реакції і відповідей програми; для $e = 12$ при оцінці результатів обчислень програмою у випадку використання числових методів, що відрізняються від описаних в програмній документації, з використанням критеріїв оптимальності [5] $f_7(o_{12}) = p_{анр2i}$, $f_8(o_{12}) = p_{експi}$, де $p_{анр2}$ – значення фізичної величини обчислені за методом, відтвореним в програмі, $p_{експ}$ – експериментальні значення, S_1 , S_2 – середні квадратичні відхилення обчислених значень фізичної величини за методом, описаним в програмній документації та за методом, відтвореним в програмі, відповідно, які визначаються за формулами:

$$S_1 = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \Delta_{1i}^2}{n(n-1)}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (p_{анр1i} - p_{експi})^2}{n(n-1)}} \quad (4)$$

$$S_2 = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \Delta_{2i}^2}{n(n-1)}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (p_{анр2i} - p_{експi})^2}{n(n-1)}} \quad (5)$$

де $p_{анр1}$ – значення фізичної величини обчислені за методом, описаним в програмній документації, n – кількість точок вимірювання.

Кінцеву оцінку якості програмного забезпечення пропонується визначати узагальненим показником якості $Q = Q(q) = Q(q_1, q_2, \dots, q_m)$ [6].

Зважаючи на те, що вихідні параметри об'єкту в різній мірі впливають на узагальнений показник якості, до цієї функції мають бути введені додаткові параметри, котрі визначають міру впливу (вагу) відповідного вихідного параметру на узагальнюючий показник якості. З урахуванням цього, узагальнююча (синтезуюча) функція запишеться у вигляді:

$$Q(q, w), \quad (6)$$

де $w = (w_1, w_2, \dots, w_m)$ – вектор вагових коефіцієнтів, причому $\forall_e w_e \geq 0$ та $w_1 + w_2 + \dots + w_m = 1$, де $e = 1, 2, \dots, m$ – порядковий номер показника якості.

Наступний крок – визначення вектору вагових коефіцієнтів за методом ранжування [7], тобто:

$$w_e = \frac{q_e}{\sum_{e=1}^m q_e}. \quad (7)$$

Узагальнений показник якості програмного забезпечення подається у вигляді адитивної функції на основі формул (6) та (7):

$$Q(q, w) = \sum_{e=1}^m w_e q_e \in [0, 1]. \quad (8)$$

Щоб оцінити чи є достатнім рівень якості певного програмного продукту для вирішуваної ним одної чи ряду задач і функцій, необхідним є розроблення шкали рівнів якості (кваліметричної шкали) програмних продуктів. Модель оціночної шкали, розроблена на основі ряду Фібоначчі («золотого перетину») [8] наведена на рис. 1 та в [9].



Рис. 1. Шкала основи ряду Фібоначчі

Для підтвердження адекватності розробленої методології проведені випробування програмного засобу 407368.00001–01 «Програма перевірки побутових лічильників газу» та аналогічної програми 407368.00002–01, що входять до складу обчислювальних компонентів еталонних установок виробництва ІВФ «Темпо», м. Івано-Франківськ. Узагальнені показники якості, визначені за формулою (8) становлять $Q_1(q, w) = 0,79$ (програма 407368.00001-01) та $Q_2(q, w) = 0,58$ (програма 407368.00002-01), що відповідає оцінкам «відмінно» і «добре» за шкалою, наведеною на рис. 1. Результати випробувань отримані з використанням методики, наведеної в [1], відображені в табл. 1 і табл. 2.

Таблиця 1

Результати випробувань якісних показників програмного засобу 407368.00001–01

Надійність	Супроводжуваність	Зручність використання	Ефективність	Універсальність	Функціональність
0,67	0,58	0,93	0,98	0,78	0,57

Таблиця 2

Результати випробувань якісних показників програмного засобу 407368.00002–01

Надійність	Супроводжуваність	Зручність використання	Ефективність	Універсальність	Функціональність
0,33	0,72	0,47	0,42	0,68	0,63

За даними, наведеними в табл. 1 та табл. 2, важко однозначно оцінити рівень якості програмного продукту. Можна лише констатувати, що частина показників якості в табл. 1 відповідає оцінці «добре», а частина – «відмінно», а в табл. 2 – «задовільно», «добре» і «відмінно». Ще важче порівняти показники якості цих програм на основі отриманих результатів, наведених в табл. 1 і табл. 2, визначених за методикою [1]. Натомість, результати оцінки програмних продуктів, визначені за запропонованою методикою, легко піддаються порівнянню: програма 407368.00001-01 є якісно кращою за програму 407368.00002-01, оскільки $Q_1(q, w) > Q_2(q, w)$.

Висновки

Використання запропонованої методики визначення оціночних елементів та узагальненого показника якості, оцінки його за шкалою, побудованою за правилом «Золотого перетину», дозволить оцінювати та порівнювати кваліметричні показники однотипних програмних продуктів, зокрема тих, які є складовою обчислювальних компонентів засобів вимірювальної техніки.

Предметом подальших наукових досліджень буде оцінка впливу узагальнених показників якості програмного забезпечення засобів вимірювальної техніки на їхні метрологічні характеристики.

Література

1. Оценка качества программных средств. Общие положения: ГОСТ 28195-89. – [Чинний від 1990-07-01]. – М.: Издательство стандартов, 1990. – 48 с. – (Міждержавний стандарт).
2. Програмні засоби ЕОМ. Підготовки і проведення випробувань: ДСТУ 2853-94 – [Чинний від 1996-01-01]. – К: Держстандарт України 1994. – 17 с. – (Національний стандарт України).
3. Кузь М.В. Метрологічне забезпечення вимірювань об'єму та об'ємної витрати природного газу в експлуатації: Монографія / М.В. Кузь. – Івано-Франківськ: Симфонія форте, 2014. – 252 с.
4. Кузь М.В. Методика визначення метрологічних показників програмних засобів у сфері обліку газу на базі якісних показників / М.В. Кузь, В.М. Андрейко // Інформаційні проблеми комп'ютерних систем, юриспруденції, енергетики, економіки, моделювання та управління (ПНМК-2012): міжнар. проблемно-наук. міжгалузева конф., 07-10 червня 2012 р., Бучач: зб. наук. праць – 2012 – С. 307-312.
5. Марценюк Є.О. Особливості побудови критеріїв оптимальності параметрів в задачах ідентифікації математичних моделей в умовах стохастичної та інтервальної невизначеності / О.Є. Марценюк // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – 2015. – №2. – С. 108-111.

6. Кузь М.В. Методологія формування узагальненого критерію якості програмного забезпечення в умовах невизначеності / М.В. Кузь, Я.Т. Соловко, В.М. Андрейко. // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2015. – №5. – С. 104-107.

7. Гармаш А.Н. Математические методы в управлении. / А.Н. Гармаш, И.В. Орлова // М.: Издательство: Инфра-М, 2014 г. – 272 с.

8. Васютинский Н.А. Золотая пропорция. – М.: Мол. гвардия, 1990. – 238 с.

9. Кузь М.В. Кваліметричні шкали програмних продуктів. / М.В.Кузь, В.М.Андрейко // Методи та прилади контролю якості. 2016. – №1(36). – С. 54-62.

References

1. Otsenka kachestva programnykh sredstv. Obshchie polozheniya: GOST 28195-89. – [Chynnyi vid 1990-07-01]. – М.: Izdatelstvo standartov, 1990. – 48 s. – (Mizhderzhavnyi standart).

2. Prohramni zasoby EOM. Pidhotovlennia i provedennia vyprobuvan: DSTU 2853-94 – [Chynnyi vid 1996-01-01]. – К: Derzhstandart Ukrainy 1994. – 17 p. – (Natsionalnyi standart Ukrainy).

3. Kuz M.V. Metrolohichne zabezpechennia vymiriuvan obiemu ta obiemnoi vytraty pryrodnoho hazu v ekspluatatsii : Monohrafiia / M.V. Kuz. – Ivano-Frankivsk : Symfoniia forte, 2014. – 252 p.

4. Kuz M.V. Metodyka vyznachennia metrolohichnykh pokaznykiv prohramnykh zasobiv u sferi obliku hazu na bazi yakisnykh pokaznykiv / M.V. Kuz, V.M. Andreiko // Informatsiini problemy kompiuternykh system, yurysprudentsii, enerhetyky, ekonomiky, modeliuvannia ta upravlinnia (PNMK-2012): mizhnar. problemno-nauk. mizhhaluzeva konf., 07-10 chervnia 2012 r., Buchach: zb. nauk. prats – 2012 – pp. 307-312.

5. Martseniuk Ye.O. Osoblyvosti pobudovy kryteriiv optimalnosti parametriv v zadachakh identyfikatsii matematychnykh modelei v umovakh stokhastychnoi ta intervalnoi nevyznachenosti / O.Ye. Martseniuk // Vymiriuvalna ta obchysliuvalna tekhnika v tekhnolohichnykh protsesakh. – 2015. – #2. – pp. 108-111.

6. Kuz M.V. Metodolohiia formuvannia uzahalnenoho kryteriiu yakosti prohramnoho zabezpechennia v umovakh nevyznachenosti / M.V. Kuz, Ya.T. Solovko, V.M. Andreiko. // Visnyk Vinnytskoho politekhnichnoho instytutu. – 2015. – #5. – pp. 104-107.

7. Garmash A.N. Matematicheskie metody v upravlenii. / A.N. Garmash, I.V. Orlova // М.: Издательство: Инфра-М, 2014 г. – 272 p.

8. Vasyutinskiy N.A. Zolotaya proporsiya. – М.: Mol. gvardiya, 1990. – 238 p.

9. Kuz M.V. Kvalimetrychni shkaly prohramnykh produktiv. / M.V.Kuz, V.M.Andreiko // Metody ta prylady kontroliu yakosti. 2016. – #1(36). – pp. 54-62.

Рецензія/Peer review : 14.1.2017 р.

Надрукована/Printed :28.2.2017 р.

Рецензент: д.т.н., доцент Мельничук С.І.