

УДК 681.142

Н.А. Яремчук, О.Ю. Годя

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», Київ

## ОЦІНЮВАННЯ КОМПЛЕКСНОГО ПОКАЗНИКА ЯКОСТІ ПРОГРАМНОГО ЗАСОБУ З ХАРАКТЕРИСТИКОЮ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ

Наведено метод оцінювання комплексного показника якості програмного засобу за профілем якості – сукупністю одиничних показників якості, частина з яких (або всі) подана за вербальними шкалами. Оцінювання проводиться за операторами агрегування для вербально-числових шкал з побудовою матриці відповідності, що дозволяє отримати характеристику невизначеності як розмах за класами еквівалентності.

**Ключові слова:** вербально-числова шкала, матриця відповідності, невизначеність.

### Вступ

Під якістю програмного засобу (ПЗ) розуміють сукупність його властивостей, що обумовлюють здатність ПЗ задовольняти встановленим потребам [1]. При цьому під оцінюванням якості конкурентного ПЗ розуміють дії, що спрямовані на визначення ступеня задоволення потреб даним ПЗ. Кількісну оцінку рівня якості ПЗ можна отримати шляхом використання ряду показників якості, за яким якість ПЗ подають і оцінюють. При цьому безпосередня оцінка рівня якості ПЗ може бути отримана за декількома методами. Можна розглядати якість ПЗ з точки зору узагальненого показника якості за комплексним методом оцінки. Можна також розглядати профіль якості ПЗ. В цьому випадку якість ПЗ характеризують окремими показниками, що створюють профіль ПЗ. Ієрархічна структура оцінювання якості ПЗ складається з чотирьох рівнів: найвищий – фактори, нижче – критерії, метрики і оціночні елементи. Одиничні показники, тобто оціночні елементи, характеризують одну з властивостей ПЗ, що безпосередньо визначається за вимірюванням, спостереженням або експертним оцінюванням. Для наступного агрегування оціночних елементів в метрики (показники якості вищого рівня) їх шкали обмежено нормалізованими значеннями 0-1, а агрегування за існуючими стандартами оцінювання якості ПЗ реалізують за середнім арифметичним значень оціночних елементів. Тобто існуючі методи оцінювання якості ПЗ розраховані на оціночні елементи, подані за числовою шкалою. Невизначеність метрики може бути оцінена як при опосередкованих вимірюваннях за невизначеностями оціночних елементів. Але, як свідчать нормативні документи з номенклатури показників якості ПЗ, значна частина показників якості є ординальними величинами, що визначаються за ординальними або вербальними шкалами. В даній роботі розглядається проблема визначення комплексного показника якості ПЗ за профілем, тобто сукупністю оціночних елементів, що є орди-

нальними властивостями і рівні якості яких відображаються за ординальними шкалами вербальними або лінгвістичними оцінками, таким як, наприклад, «Дуже низький» (ДН), «Низький» (Н), «Нижче середнього» (НС), «Середній» (С), «Вище середнього» (ВС), «Високий» (В) з відношенням порядку між ними [2]:

$$\text{ДН} < \text{Н} < \text{НС} < \text{С} < \text{ВС} < \text{В}, \quad (1)$$

так що (1) можна використовувати як ординальну шкалу. Кількість градацій шкали може бути обмежена, наприклад, «Низький» (Н), «Середній» (С), «Високий» (В).

Постановка задачі даної роботи – це визначення метрики якості ПЗ і характеристик її невизначеності за оціночними елементами, поданими за ординальними шкалами, а саме за вербальними шкалами якості.

Ілюстрація методів оцінювання метрики ПЗ подана на рис. 1.

Оператором агрегування вербальних одиничних показників обрано оператор ОWA [3]:

$$\text{OWA} = \text{Max}_{k=1}^N [\text{Min}(Q(k), q_k)] \quad (2)$$

де  $Q(k)$  – вагова функція оператора ОWA,

$Q(k) = S(f)$ ,  $S(f) = E\{1, 5 + [k \cdot \frac{t-1}{N}]\}$ ,  $S(f) - f_k$  – рівень вербальної шкали, що відповідає номеру  $k$ .  $E\{\}$  – функція, що повертає цілу частину числа  $\{\}$ ,  $t$  – кількість точок шкали або класів еквівалентності шкали,  $N$  – кількість одиничних показників в профілю якості,  $q_k$  – одиничний показник якості, що представлений відповідно до зменшення рівня якості.

Оператором агрегування для числових показників обрано медіану Уолша тому що вона, по-перше, відповідає діям з ординальними даними, а по-друге, забезпечує більшу збіжність результатів агрегування за числовими і вербальними шкалами. Профіль одиничних показників  $\{x_1, \dots, x_q\}$ , отрима-

ний на основі числової стандартизованої шкали  $[0,1]$ , ранжують за зростанням, визначають середні Уолша  $Y_k = (x_m + x_i)/2$ , кількість яких дорівнює

$N = q(q+1)/2$ . На основі отриманого розширеного профілю визначається метрика, яка є медіаною Уолша  $W = \text{med}(Y_1, \dots, Y_N)$ ,  $m \leq 1$ .

Оціночні елементи (одиничні показники якості)	Способи подання профілю якості	Оператори агрегування		Подання метрики
	За числовими шкалами	Середнє арифметичне		Числове
	За числовими і вербальними шкалами	Арифметизація вербальних шкал	+ Медіана Уолша	Числове
		Використання вербально-числової шкали	+ Оператор OWA	Вербальне
	За вербальними шкалами	Оператор OWA		Вербальне
Арифметизація вербальних шкал		+ Медіана Уолша	Вербальне	

Рис. 1. Ілюстрація методів оцінювання метрики ПЗ

### Оцінювання метрики за вербальною шкалою з характеристикою невизначеності

За допомогою оператора OWA для вербальних даних та медіани Уолша для числових можна отримати матрицю відповідності шкали комплексного показника якості – метрики для конкретної кількості градацій вербальної шкали. На рис. 2 наведено матрицю відповідності шкали комплексного показника якості за градаціями вербально-числової шкали: 1 – «Низький»  $[0-0,25]$ , 2 – «Середній»  $[0,25-0,75]$ , 3 – «Високий»  $[0,75-1]$ . В комірках матриці розміщені умовні ймовірності відповідності вербальної і числової шкал.

Профілі	ННН	ННС	НСС	ССС	ВСС	ВВС	ВВВ
Рівень якості за вербальною шкалою	Н	С					В
Рівень якості за числовою шкалою	1	1	,6	,04			
	2		,4	,96	1	,96	,4
	3				,04	,6	1

Рис. 2. Матриця відповідності вербально-числової шкали для профілю з трьома одиничними показниками якості

При використанні оператора OWA середній клас еквівалентності є розширеним. Для обчислень за числовою шкалою приймалось середнє значення класу еквівалентності, за дискретною шкалою обирається модальне значення функції приналежності [4]. Отримана за результатами обчислень функція приналежності вербально-числової шкали наведена на рис. 3.

Якщо, наприклад, змішаний профіль ПЗ складається з трьох оціночних елементів, для яких отримано наступні дані: рівень якості оціночного елемента

$x_1 = 0,7$  за числовою шкалою, рівень якості другого оціночного елемента за вербальною шкалою «С», рівень якості третього оціночного елемента за вербальною шкалою «В». якщо рівень якості метрики треба оцінити за вербальною шкалою, тоді рівень якості першого оціночного елемента визначається за вербальною шкалою як «С» і профіль подається за рівнями якості як ВСС.

З використанням оператора OWA отримуємо результуючий рівень якості за метрикою як «С». враховуючи умовні ймовірності матриці рис. 2 отримуємо характеристику невизначеності як розмах за класами еквівалентності. Тобто рівень якості:  $C|0,96; B|0,04$ . Матриця відповідності входить до специфікації вербально-числових шкал і складається з урахуванням градацій вербальної шкали і кількості оціночних елементів в метриці. Для чотирьох оціночних елементів профілю якості і трьох градацій шкали матриця відповідності наведена на рис. 4. На рис. 4 наведено також результати оцінювання збіжності вербальної і числової шкали при використанні для агрегування медіану Уолша (верхні значення) і середнє арифметичне (нижні значення). Наведені результати свідчать на користь медіани Уолша.

### Висновок

В роботі розглянуто метод оцінювання комплексного показника якості ПЗ – метрики за профілями якості, що є сукупністю одиничних показників якості (оціночних елементів) за умов, коли всі вони або їх частина відображені за вербальними шкалами. Оцінювання проводиться з використанням операторів агрегування вербальних і числових показників з застосуванням вербально-числових шкал. Наведено приклад отримання метрики за вербальною шкалою з характеристикою невизначеності – розмахом за класами еквівалентності вербальної шкали.

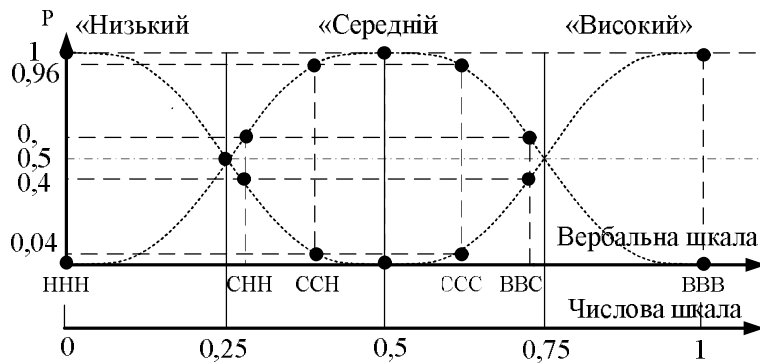


Рис. 3. Комплексний показник якості, визначений за одиничними показниками якості, що представлені числовими і вербальними шкалами

Профілі ПЗ	ВВВВ	ВВВС	ВВВН	ВВСС	ВВСН	ВССС	ВВНН	СССС	ВССН	СССН	ВСНН	ССНН	ВННН	СННН	НННН	
Рівень якості за вербальною шкалою	В			С									Н			
Рівень якості за числовою шкалою	0,7-1	1	1	1	0,33	0,04	0									
	0,3-0,7	0	0	0	0,67	0,96	1	1	1	1	1	0,96	0,67	0	0	0
	0-0,3											0	0,04	0,33	1	1
Медіана Уолша																
Середнє арифметичне																

Рис. 4. Матриця відповідності вербально-числової шкали для профілю з 4 одиничними показниками якості

### Список літератури

- ГОСТ 28195-89 «Оценка качества программных средств. Общие положения».
- Роговцев А.М. Математические нечеткие подходы к контролю качества / А.М. Роговцев // Измерительная техника. –2009. – №3. – С. 18-19.
- Franceschini F. Ordered samples control charts for ordinal variables / F. Franceschini, M. Galetto, M. Varetto // Quality Engineering. – 2005. – 21(2). – P. 177-195.

- Yaremchuk N. Evaluation of a complex quality index using numerical and verbal ordinal scale / N. Yaremchuk, O. Redyoga // Восточно-европейский журнал передовых технологий. – 2014. – ½ (67). – С. 58-62.

Надійшла до редколегії 9.12.2014

Рецензент: д-р техн. наук, проф. В.Ю. Ларін, Національний авіаційний університет України, Київ.

### ОЦЕНИВАНИЕ КОМПЛЕКСНОГО ПОКАЗАТЕЛЯ КАЧЕСТВА ПРОГРАММНОГО СРЕДСТВА С ХАРАКТЕРИСТИКОЙ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ

Н. А. Яремчук, О. Ю. Года

Приведен метод оценки комплексного показателя качества программного средства по профилю качества совокупностью единичных показателей качества, часть которых (или все) подана за вербальными шкалами. Оценивание проводится операторами агрегатирования для вербально-числовых шкал с построением матрицы соответствия, что позволяет получить характеристику неопределенности как размах по классам эквивалентности.

**Ключевые слова:** вербально-числовая шкала, матрица соответствия, неопределенность.

### EVALUATION OF COMPLEX INDEX OF SOFTWARE QUALITY WITH UNCERTAINTY CHARACTERISTICS

N.A. Yaremchuk, O.Yu. Goda

It was given a method for estimation of the complex index of software quality on the profile quality - a collection of individual quality indicators, some of which (or all) filed with the verbal scale. Evaluation is carried out by operators of aggregation for verbal and numerical scales with the construction of the matrix compliance, to provide characterization of the uncertainty as the scope of equivalence classes.

**Keywords:** verbal numeric scale, matrix correspondence, uncertainty.