УДК 681.142

Яремчук[1] Н. А. к.т.н. проф., Года[2] О. Ю. к.т.н. старший викладач
[1,2]Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

СПОСІБ ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ОЦІНЮВАННЯ КОМПЛЕКСНОГО ПОКАЗНИКА ЯКОСТІ СКЛАДНИХ ОБЄКТІВ ЗА ЇХ ОРДИНАЛЬНИМИ ВЛАСТИВОСТЯМИ

Запропоновано спосіб підвищення точності визначення комплексного показника якості за умови, що одиничні показники якості є ординальними величинами, з використанням оператора агрегування – медіани Уолша. Розроблено процедуру оцінювання невизначеності отриманого комплексного показника. Показано, що використання медіани Уолша дозволяє зменшити невизначеність оцінки комплексного показника якості.

***Ключові слова**: комплексний показник якості, невизначеність, медіана Уолша*

Розроблення, вибір і використання високоякісних продуктів супроводжується оцінкою їх якості. Точність оцінювання характеристик якості є в певній мірі запорукою отримання відповідної оцінки якості. Модель оцінювання якості складного об’єкта є ієрархічною. Верхній рядок цієї структури складають декілька головних характеристик. При агрегуванні підхарактеристик, що входять до складу характеристик, враховуються вагові коефіцієнти, які характеризують їх важливість. Підхарактеристики можна вимірювати або оцінювати за внутрішніми або зовнішніми метриками [1-5]. Метрики в свою чергу можуть безпосередньо вимірюватись і оцінюватись або складатись з оцінюваних елементів. Якщо за приклад складного об’єкта взяти програмний продукт, то характеристиками зовнішньої та внутрішньої якості є функціональність, надійність, зручність використання, ефективність, супроводжуваність, мобільність. В свою чергу кожна з цих характеристик складається з підхарактеристик. Наприклад, характеристика «Зручність використання» складається з підхарактеристик : зрозумілість, опановність, керовність, привабливість, відповідність нормам зручності використання. За відношеннями між проявами властивостей, які відображають наведені вище характеристики і підхарактеристики, видно, що їх значна частина відповідає ординальним властивостям. Тому в роботі [6] для їх агрегування запропоновано використати медіану. Якщо для оцінювання характеристики якості комплексного показника якості прийняти чотирьохрівневу систему [7]: оцінювані елементи, метрики, підхарактеристики якості, характеристики якості, тоді оцінювання якості розпочинається з об’єднання оцінюваних елементів в метрику [6]:

$$M_{ji} = \mathrm{Med}(z_{jiL}), \tag{1}$$

де M_{ji} - i-та метрика j-ї підхарактеристики, визначена за L одиничними показниками (оцінюваними елементами) якості z_{jiL}.

Далі визначається підхарактеристика K_j, що знаходиться як медіана зважених метрик M_{ji} з врахуванням їх кількості:

$$K_j = \mathrm{med}\left\{nV_{ji}\, M_{ji}\right\}, \tag{2}$$

де n – кількість метрик $M_{ji}\,(i=1..n)$, що входять до складу j-того комплексного показника K_j з ваговими коефіцієнтами V_{ji}, $\sum_{i=1}^{n} V_{ji} = 1$.

Агрегування критеріїв при оцінюванні характеристики якості Ф:

$$\Phi = \mathrm{med}\left\{q\rho_j\, K_j\right\}, \tag{3}$$

де q – кількість підхарактеристик $K_j\,(j=1..q)$, що входять до складу комплексного показника Ф з ваговим коефіцієнтом ρ_j, $\sum_{j=1}^{q} \rho_j = 1$.

© Яремчук[1] Н. А. к.т.н. проф., Года[2] О. Ю. к.т.н. старший викладач

В роботі [6] було запропоновано спосіб визначення загальної невизначеності комплексного показника якості, що складається з невизначеності агрегування за медіаною і невизначеності окремих оцінюваних елементів, що були використані при обчисленні медіани.

Але, як показав аналіз застосування медіани, невизначеність оцінювання характеристик якості була значною, що в ряді випадків викликало труднощі в порівнянні і виборі належних програмних продуктів за якістю.

Постановка задачі. Підвищити точність визначення характеристик якості за умови, що оцінювані елементи або метрики відповідають ординальним властивостям. Для підвищення точності оцінювання комплексного показника якості запропоновано використати медіану Уолша.

Виклад основного матеріалу. 1. Використання медіани Уолша для визначення комплексного показника якості. Для підвищення точності визначення комплексного показника якості як оператор агрегування використано медіану Уолша.

Для визначення комплексного показника якості спершу встановлюється ієрархічна структура показників якості. А саме, визначаються характеристики, підхарактеристики, метрики та оцінювані елементи, що їм відповідають, а також вагові коефіцієнти всіх рівнів. Оцінювання починається з нижніх рівнів - оцінюваних елементів, що характеризують ординальні властивості складного об'єкту. Найчастіше їх значення отримують за допомогою експертного оцінювання.

Для отримання метрик, що складаються з вибірки оцінюваних елементів $z_{ji1},...,z_{jiL}$ будують $N=\frac{L\cdot(L+1)}{2}$ нових випадкових величин $Y_k=\frac{1}{2}(z_{jim}+z_{jil}), m\le l$ (їх називають середніми Уолша). Сама ж метрика знаходиться як медіана отриманих середніх Уолша:

$$M_{ji}=medW(Y_1,...,Y_N) \tag{4}$$

Підхарактеристики отримують за агрегуванням метрик, а саме визначення медіани з середніх Уолша, що знаходяться за зваженими метриками M_{ji} з врахуванням їх кількості:

$Y_j=\frac{1}{2}(nV_{ji}M_{ji}+nV_{jk}M_{jk})$, $i\le k$, де n – кількість метрик M_{ji} $(i=1..k..n)$, що входять до складу j-того комплексного показника K_j з ваговими коефіцієнтами V_{ji}, $\sum_{i=1}^{n}V_{ji}=1$.

Підхарактеристики отримують:

$$K_j=medW\{Y_1,...,Y_j\}, \tag{5}$$

Аналогічно проводиться агрегування підхарактеристик при оцінюванні характеристик Ф:

$$\Phi=medW\{Y_1,...,Y_x\}, \tag{6}$$

де $Y_x=\frac{1}{2}(q\rho_jK_j+q\rho_hK_h)$ - середні Уолша, що знаходяться за зваженими підхарактеристиками K_j $(j=1..h..q)$ з врахуванням їх кількості q, що входять до складу комплексного показника Φ з ваговими коефіцієнтами ρ_j, $\sum_{j=1}^{q}\rho_j=1$.

2. Оцінювання невизначеності комплексного показника якості, отриманого за медіаною Уолша. Сумарна невизначеність метрики складається з невизначеності агрегування оцінюваних елементів в метрику за медіаною Уолша і розповсюдження невизначеності окремих оцінюваних елементів, що були використані в обчисленні медіан Уолша. Комбінована (сумарна) невизначеність оцінювання метрики, становить:

$$u_c(M_{ji})=\sqrt{\sigma_a^2(M_{ji})+\sigma_c^{\,2}(M_{ji})} \tag{7}$$

де $\sigma_a(M_{ji})$ - СКВ агрегування оцінюваних елементів в метрику за медіаною Уолша, $\sigma_c^2(z_{jil})$ - сумарна дисперсія оцінюваних елементів, що враховувались при визначенні медіани Уолша. Якщо:

N– парне, то

$$\sigma_c^2(\mathrm{M_{ji}}) = (u^2(\mathrm{Y}_{N/2}) + u^2(\mathrm{Y}_{N/2+1}))/4,$$

N- не парне, то

$$\sigma_c^2(\mathrm{M_{ji}}) = u^2(\mathrm{Y}_{(N+1)/2}). \quad (8)$$

де $u(\mathrm{Y}_{N/2})$ - невизначеність середнього Уолша, що знаходиться як півсума невизначеностей відповідних оцінюваних елементів:

$$u^2(\mathrm{Y_N}) = (u_i^2(\mathrm{z_{jil}}) + u^2{}_{i+1}(\mathrm{z_{jil}}))/4 \quad (9)$$

СКВ агрегування $\sigma_a(\mathrm{M_{ji}})$ оцінюваних елементів за медіаною Уолша по аналогії з медіаною знаходиться за довірчим інтервалом медіани. Медіана Уолша також є непараметричною оцінкою і характеристикою її точності є границі довірчого інтервалу за номерами порядкових статистик середніх Уолша, в яких знаходиться медіана Уолша за певної ймовірності.

При кількості середніх Уолша $\mathrm{n} > 10$ застосовуються порядкові статистики $\mathrm{Y_B}$ та $\mathrm{Y_H}$, що знаходяться з заздалегідь проранжованого ряду середніх Уолша за номерами В та Н:

Для нижньої границі $\mathrm{H} = \mathrm{E}[(\mathrm{L} + 1 - \mathrm{z_p} \cdot \sqrt{\mathrm{L}})/2]$,

для верхньої границі $\mathrm{B} = \mathrm{E}[(\mathrm{L} + 2 + \mathrm{z_p} \cdot \sqrt{\mathrm{L}})/2]$,

(10)

де $\mathrm{E}[.]$ - ціла частина чисел в дужках.

Границі довірчого інтервалу медіани Уолша Δ_p (що відповідає ймовірності P) знаходять за порядковими статистиками ранжованої вибірки середніх Уолша:

- нижня границя $\Delta_\mathrm{H} = \mathrm{medW} - \mathrm{Y_H}$,

- верхня границя $\Delta_\mathrm{B} = \mathrm{Y_B} - \mathrm{medW}$.

Якщо розглядати довірчий інтервал медіани як вкладений інтервал [11], що відповідає ймовірності P, тоді СКВ розраховується:

$$\sigma_a(\mathrm{M_{ji}}) = \frac{\Delta_\mathrm{p}}{\sqrt{-2\ln(1-\mathrm{P})}}, \quad (11)$$

де $\Delta_\mathrm{p} = \max\{\Delta_\mathrm{B}; \Delta_\mathrm{H}\}$ - максимальна границя, що відповідає ймовірності знаходження медіани Уолша P в межах $\{\Delta_\mathrm{B}; \Delta_\mathrm{H}\}$.

При невеликій кількості середніх Уолша $\mathrm{n} < 10$ доцільно використовувати формулу для обчислення ймовірності знаходження медіани в інтервалі двох порядкових статистик [10], яка наведена нижче:

$$\mathrm{P}(\mathrm{z(k)} < \mathrm{z}_{0,5} < \mathrm{z(N-k+1)}) = 2 \cdot \sum_{\mathrm{i=k}}^{\mathrm{N}} \mathrm{C_N^i} \cdot \mathrm{p^i} \cdot (1-\mathrm{p})^{\mathrm{N-i}} - 1, \quad (12)$$

або використати таблицю 1 значень ймовірності [10].

Таблиця 1

Значення ймовірностей знаходження медіани в довірчому інтервалі Н- нижня границя, В- верхня границя

n / **Границі за номерами поряд. статистик**	**2**	**3**	**4**
Н=1 та $\mathrm{B = N}$ Для медіани Уолша	0,75	0,969	0,998
Н=2, $\mathrm{B = N - 1}$ Для медіани Уолша	-	-	0,869

Комбіновану стандартну невизначеність отримання підхарактеристики знаходимо:

$$u_c(K_j) = \sqrt{\sigma_a^2(K_j) + \sigma_c^{\,2}(K_j)}\ , \qquad (13)$$

де $\sigma_a(K_j)$ - СКВ агрегування метрик в підхарактеристику за медіаною Уолша (2), $\sigma_c^{\,2}(K_j)$ - сумарна дисперсія метрик, що враховувались при визначенні медіани Уолша, $\sigma_c(K_j)$ - сумарна дисперсія метрик (з ваговими коефіцієнтами), що враховувались при визначенні медіани Уолша: $\sigma_c^2(K_j) = \sum_{i=1}^{n} V_{ji}^2 u_c^2(M_{ji})$ з урахуванням парної і не парної кількості середніх Уолша.

Аналогічним чином розраховується сумарна стандартна невизначеність характеристики:

$$u_c(\Phi) = \sqrt{\sigma_a^2(\Phi) + \sigma_c^{\,2}(\Phi)} \qquad (14)$$

де $\sigma_a(\Phi)$ - СКВ агрегування підхарактеристик в характеристику за медіаною Уолша (3), $\sigma_c^{\,2}(\Phi)$ - сумарна дисперсія підхарактеристик, що враховувались при визначенні медіани Уолша: $\sigma_c^2(\Phi) = \sum_{i=1}^{q} \rho_j^2 u_c^2(K_j)$ з урахуванням парної і не парної кількості середніх Уолша.

3. Приклад визначення комплексного показника якості за медіаною Уолша з невизначеністю. Для демонстрації запропонованого способу визначення комплексного показника якості за медіаною Уолша з характеристикою невизначеності використана ієрархічна структура комплексного показника якості «Супроводжуваність», наведена в [7] і на рис. 1, де значення оцінюваних елементів та вагові коефіцієнти метрик та підхарактеристик отримані за допомогою експертного оцінювання.

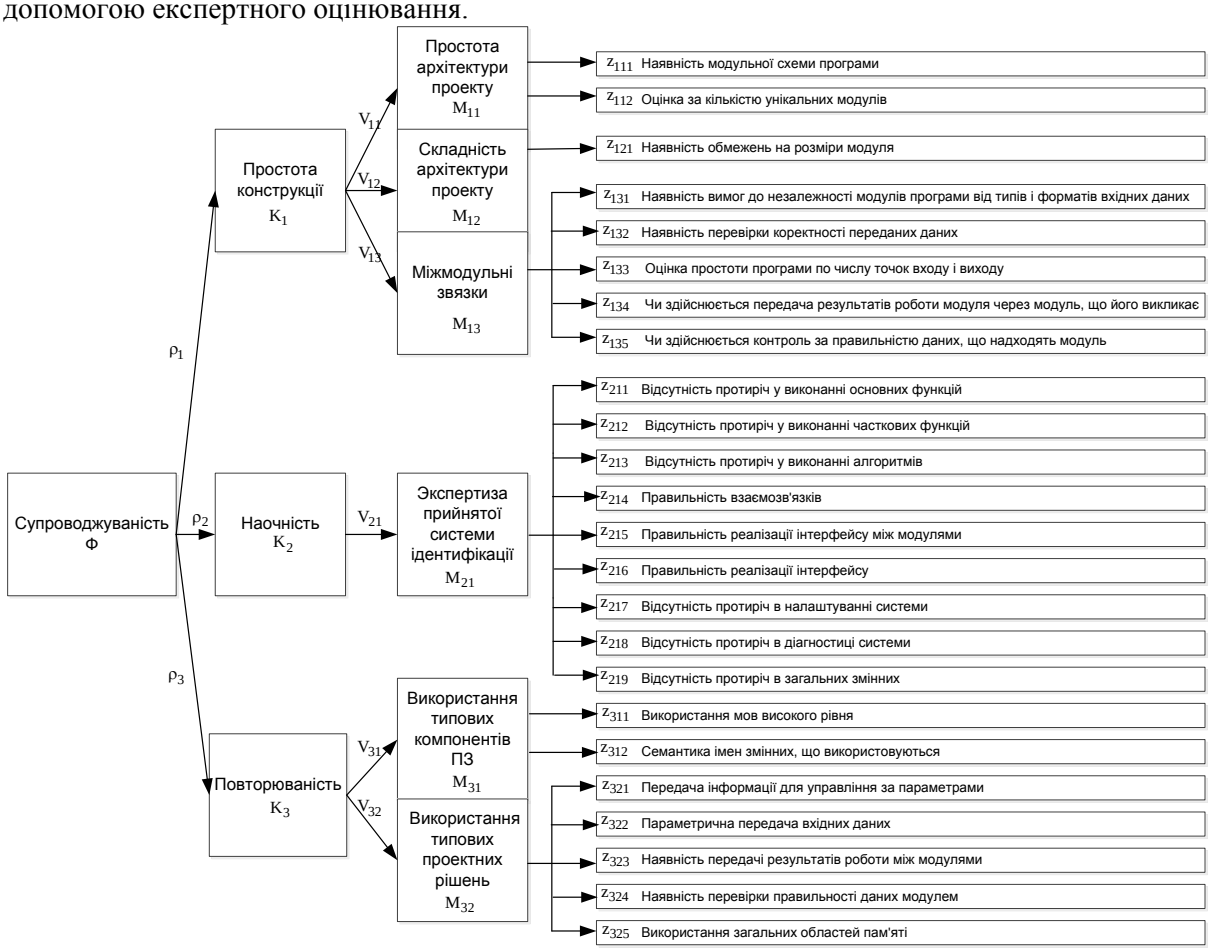

Рис. 1. Ієрархічна структура комплексного показника якості – фактора «Супроводжуваність».

У випадку, коли одинюваний ПЯ визначають за експертним оцінюванням, тоді стандартна невизначеність складається зі невизначеності від обмеженої розрізняльної здатності шкали експертного оцінювання і невизначеності від розбіжності оцінок експертів, якщо їх декілька. В [12] показано, що розрізняльна здатність при шкалі експертного оцінювання 0-1

становить приблизно ± 0.1. Якщо результати отримано від одного експерта, тоді для рівномірного розподілу стандартна невизначеність становить:

$$u(z_{jil}) = \frac{0.1}{\sqrt{3}} = 0.06 \qquad (15)$$

Дані для розрахунку комплексного показника якості рис. 1 отримані за експертним оцінюванням і наведені в таб. 3.

Для порівняння результатів оцінювання за медіаною та медіаною Уолша вихідні дані значень оцінюваних елементів і вагових коефіцієнтів прийняті однаковими таб. 2 та 3.

Для отримання першої метрики M_{11} за табл. 3 необхідно об'єднати 2 оціночних елемента з експертними оцінками $(z_{111}, z_{112}) = (0{,}7;\ 0{,}8)$. Середні Уолша будуть дорівнювати $(Y_{111},..., Y_{113}) = (0{,}7;\ 0.75; 0{,}8)$ Значення метрики за медіаною Уолша складає: $M_{11} = medW(0{,}8; 0{,}75; 0{,}7) = 0{,}75$.

Сумарну (комбіновану) стандартну невизначеність $u_c(M_{11})$ метрики M_{11} знаходимо за формулою (7), де СКВ агрегування обчислюється за формулою (11), $\Delta_p = Y_{113} - medW = medW - Y_{111} = 0{,}05$, $P(Y_{111} \le medW \le Y_{113}) = 0.75$ (за табл.1), $\sigma_a(M_{11}) = 0.05/\sqrt{-2\ln(1-0.75)} = 0.03$. Сумарна дисперсія середніх Уолша за умови, що стандартна невизначеність всіх оцінюваних елементів становить $u(z_{jil}) = 0.06$, дорівнює (формули 8 та 9) $u_c^2(z_{jil}) = 0.0018$. Тоді $u_c(M_{11})$ дорівнює 0,052. Отриманий результат оцінювання метрики і її стандартної невизначеності вносимо до відповідної комірки бюджету невизначеності (таб.3) і поступово порівнюємо з відповідними даними у комірках таб.2 при використанні оператора агрегування медіани.

Метрика M_{12} складається з одного оціночного елемента, тому $M_{12} = 0{,}9$, а стандартна невизначеність метрики за формулою (15) дорівнює $u_c(M_{12}) = 0.06$.

Для обчислення метрики M_{13} використовується ряд з 15-ти середніх Уолша $M_{13} = med\{0.7; 0.7; 0.7; 0.75; 0.75; 0.8; 0.8; 0.8, 0.8, 0.8, 0.85; 0.85; 0.9; 0.9; 0.9\} = 0.8$. Для ймовірності $P(Y_H \le medW \le Y_B) = 0.95$ отримуємо номери порядкових статистик $B = 4$ та $H = 12$ (формула 10), за якими визначаємо границі $Y_H = 0{,}75$, $Y_B = 0{,}85$. Тоді довірчий інтервал медіани Уолша, що відповідає ймовірності P=0,95 становить 0,05 і СКВ агрегування $\sigma_a(M_{13}) = 0.02$. Дисперсія оцінюваних елементів становить $\sigma_c^2(M_{13}) = 0.0018$, а сумарна стандартна невизначеність метрики M_{13} складає $u_c(M_{13}) = 0.047$. Отримані дані вносяться до відповідних комірок бюджету невизначеності (таб.3) аналогічні розрахунки проведено для метрик M_{21}, M_{31}, M_{32}. Результати наведені в табл.3.

Перехід від метрик до підхарактеристик виконується як об'єднання метрик з відповідними ваговими коефіцієнтами (формула 5):

$$K_1 = medW(3\cdot 0.5\cdot 0.75;\ 3\cdot 0.2\cdot 0.9; 3\cdot 0.3\cdot 0.8) =$$
$$med\{0.54; 0.63; 0.72; 0.83; 0.92; 1.1\} = 0.78$$

Для розрахунку невизначеності формулу для підхарактеристики K_1 можна представити як: $K_1 = \frac{n}{2}(V_{13}M_{13} + 0.5V_{12}M_{12} + 0.5V_{11}M_{11})$, тоді СКВ складової невизначеності розповсюдження невизначеності метрик можна подати як:

$$\sigma_c(K_1) = \frac{n}{2}\sqrt{V_{13}^2 u_c^2(M_{13}) + 0.25V_{12}^2 u_c^2(M_{12}) + 0.25V_{11}^2 u_c^2(M_{11})} = 0.030.$$

Середнє квадратичне відхилення похибки від агрегування доцільно використовувати за інтервалом медіани $0{,}63 \le medW \le 0{,}92$ з довірчою ймовірністю P=0,75. Тоді $\Delta_p = 0{,}15$, а

$\sigma_a[K_1] = 0.090$. Тоді сумарна стандартна невизначеність підхарактеристики K_1 становить $u_c(K_1) = 0,095$.

Підхарактеристика K_3 визначається за метриками M_{31} та M_{32} як $K_3 = medW(2 \cdot 0.2 \cdot 0.85;\ 2 \cdot 0.8 \cdot 0.80) = med\{0.34; 0.81; 1.28\} = 0.81$. СКВ складової невизначеності підхарактеристики від розповсюдження невизначеності метрик M_{31} та M_{32} становить:

$$\sigma_c(K_3) = \frac{1}{2}\sqrt{V_{31}^2 u_c^2(M_{31}) + V_{32}^2 u_c^2(M_{32})} = 0.0195.$$

СКВ агрегування метрик в критерій дорівнює $\sigma_a[K_3] = 0.28$. Велике значення СКВ агрегування пояснюється великою розбіжністю значень зважених метрик при їх невеликій кількості. Сумарна стандартна невизначеність підхарактеристики K_3 становить $u_c(K_3) = 0,283$.

Агрегування підхарактеристик K_1, K_2, K_3 в характеристику відбувається наступним чином

$$\Phi = medW(3 \cdot 0.3 \cdot 0.78; 3 \cdot 0.4 \cdot 0.5; 3 \cdot 0.3 \cdot 0.81) =$$
$$= med\{0.60; 0.65; 0,66; 0.70; 0.72; 0.73\} = 0.68$$

Для обчислення невизначеності формулу визначення характеристики можна представити як $\Phi = \frac{q}{2}(0.5\rho_3 K_3 + 0.5\rho_2 K_2 + \rho_1 K_1)$, тоді СКВ складової невизначеності характеристики від розповсюдження невизначеності підхарактеристики отримуємо як:

$$\sigma_c(\Phi) = \frac{q}{2}\sqrt{0.25\rho_3^2 u_c^2(K_3) + 0.25\rho_2^2 u_c^2(K_2) + \rho_1^2 u_c^2(K_1)} = 0.078.$$

СКВ агрегування підхарактеристик в характеристику дорівнює $\sigma_a[\Phi] = 0.0316$. Сумарна стандартна невизначеність характеристики становить $u_c(\Phi) = 0,084$.

Таким чином загальний результат оцінювання характеристики якості $\Phi = 0.683$, $\sigma_\Phi = 0,084$.

Якщо порівняти отримані дані з застосуванням медіани Уолша (таб.3) і медіани, то очевидно, що точність оцінювання комплексного показника якості значно підвищується.

Таблиця 2

Бюджет невизначеності комплексного показника якості за медіаною

Фактор	**Стандартна невизначеність фактору**	**Ваговий Коефіцієнт критерія**	**Критерій**	**Стандартна невизначеність**	**Ваговий коефіцієнт метрики**	**Метрика**	**Сумарна стандартна**	**Значення одиничних ПЯ (оціночних елементів)**
Φ	$u_c(\Phi)$	p_i	K_i	$u_c(K_j)$	V_{ji}	M_{ji}	$u_c(M_{ji})$	z_{jil}
0,65	0,26	0,3	0,72	0,251	0,5	0,75	0,060	0,8 ; 0,7
					0,2	0,90	0.060	0,9
					0,3	0,80	0,073	0,7; 0,9; 0,8; 0,9; 0,7
		0,4	0,50	0,099	1,0	0,50	0,073	0,3; 0,3; 0,4; 0,4; 0,5; 0,6; 0,6; 0,7; 0,7
		0,3	0,81	0,399	0,2	0,85	0,060	0,9; 0,8

					0,8	0,80	0,073	0,9; 0,9; 0,7; 0,8; 0,7

Таблиця 3

Бюджет невизначеності при оцінюванні комплексного показника якості за медіаною Уолша

Фактор	**Стандартна невизначеність оцінювання фактору**	**Ваговий коефіцієнт критерія**	**Критерій**	**Стандартна невизначеність оцінювання критерію**	**Ваговий коефіцієнт метрики**	**Метрика**	**Стандартна невизначеність оцінювання метрики**	**Значення одиничних ПЯ (оціночних елементів)**
Ф	$u_c(Ф)$	p_i	K_i	$u_c(K_j)$	v_{ji}	M_{ji}	$u_c(M_{ji})$	z_{jil}
0,68	0,08	0,3	0,78	0,095	0,5	0,75	0,052	0,8 ; 0,7
					0,2	0,90	0,060	0,9
					0,3	0,80	0,047	0,7; 0,9; 0,8; 0,9; 0,7
		0,4	0,5	0,047	1	0,50	0,047	0,3; 0,3; 0,4; 0,4; 0,5; 0,6; 0,6; 0,7; 0,7
		0,3	0,81	0,283	0,2	0,85	0,052	0,9; 0,8
					0,8	0,80	0,047	0,9; 0,9; 0,7; 0,8; 0,7

Висновки. В роботі представлено спосіб оцінювання комплексного ПЯ за ієрархічною структурою ПЯ складного об’єкта при використанні операторів агрегування ПЯ: медіани та медіани Уолша.

Запропоновано використовувати медіану Уолша для підвищення точності оцінювання комплексного ПЯ за одиничними ПЯ, що характеризують ординальні властивості складного об’єкта..

Розглянуто спосіб оцінювання невизначеності комплексного ПЯ, що супроводжується прикладом. Для демонстрації підвищення точності при застосуванні медіани Уолша наведено бюджет невизначеності при використанні медіани.

Список літератури

1. Інформаційні технології. Оцінювання програмного продукту. Частина 1. Загальний огляд (ISO/IEC 14598 -1:1999, IDT): ДСТУ ISO/ IEC 14598-1:2004 –[Чинний від 2006-04-01]. К.: Держспоживстандарт України, 2006.–17с. –(Національний стандарт України).

2. Програмна інженерія. Якість продукту. Частина 1. Модель якості (ISO/IEC 9126-1:2001, IDT): ДСТУ ISO/IEC 9126-1:2013 –[Чинний від 2014-07-01]. –К.: МІНЕКОНОМРОЗВИТКУ України, 2014. –20 с. –(Національний стандарт України).

3. Програмна інженерія. Якість продукту. Частина 2. Зовнішні метрики (ISO/IEC TR 9126-2:2003, IDT): ДСТУ ISO/IEC TR 9126-2:2008–[Чинний від 2010-07-01].–К.: Держспоживстандарт України, 2011. –85 с.–(Національний стандартУкраїни).

4. Програмна інженерія. Якість продукту. Частина 3. Внутрішні метрики (ISO/IEC TR 9126-3:2003, IDT): ДСТУ ISO/IEC TR 9126-3:2012–[Чинний від 2013-05-01].–К.:МІНЕКОНОМРОЗВИТКУ України, 2013.–46 с.–(Національний стандарт України).

5. Програмна інженерія. Якість продукту. Частина 4. Метрики якості під час використання (ISO/IEC TR 9126-4:2004, IDT): ДСТУ ISO/IEC TR 9126-4:2012–[Чинний від 2013-05-01].–К.: МІНЕКОНОМРОЗВИТКУ України, 2013. –49 с. –(Національний стандарт України).

6. Яремчук Н. А., Года О. Ю., Проскин В. В. Оценивание комплексного показателя качества сложного объекта с характеристикой неопределенности тезы докладов XIV Международный научно-технический семинар Неопределенность измерений: научные, нормативные, прикладные и методические аспекты. - UM-2017. –с. 204-205.

7. Оценка качества программных средств. Общие положения.: ГОСТ 28195–89. – [Введ. 01.07.90]. – М.: Изд – во стандартов, 1990. – 30 с.2.

8. International vocabulary of metrology. – Basic and general concepts and associated terms (VIM). – ICGM, 2012. – 88 p.

9. Лагутин М.Б. Наглядная математичная статистика / М.Б. Лагутин. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний.- 2007.- 472с.

10. Редьога О.Ю., Яремчук Н.А. Обчислення невизначеності при експертному оцінюванні вагових коефіцієнтів з використанням медіани Уолша // Системи обробки інформації. – Київ – 2012. – №1(99). – ст. 17-20

11. Солопченко Г.Н. Представление измеряемых величин и погрешностей измерений как нечетких переменных // Измерительная техника. – 2007. - №2. – с. 3-7.

12. Гнатієнко Г.М., Снитюк В.С. Експертні технології прийняття рішень: Монографія. – К.: ТОВ «Маклаут», - 2008. – 444с.

Н. А. Яремчук[1] к.т.н. проф., **О. Ю. Года**[2] к.т.н. старший преподаватель
[1,2] Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»

СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ ТОЧНОСТИ ОЦЕНКИ КОМПЛЕКСНОГО ПОКАЗАТЕЛЯ КАЧЕСТВА СЛОЖНЫХ ОБЪЕКТОВ ЗА ИХ ОРДИНАЛЬНЫМИ СВОЙСТВАМИ

Предложен способ повышения точности определения комплексного показателя качества при условии, что единичные показатели качества являются ординальными величинами, с использованием оператора агрегатирования - медианы Уолша. Разработана процедура оценки неопределенности полученного комплексного показателя. Показано, что использование медианы Уолша позволяет уменьшить неопределенность оценки комплексного показателя качества.

Ключевые слова: *комплексный показатель качества, неопределенность, медиана Уолша*

N. YAremchuk[1] , **O. Hoda**[2]
[1,2] National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"

WAY TO INCREASE ACCURACY OF EVALUATION OF THE COMPLEX INDICATOR COMPLEX OBJECTS QUALITY FOR THEIR ORDINARY PROPERTIES

The method of increasing the accuracy of the definition the complex quality index is proposed, provided that the single quality indices are ordinal quantities, using the aggregation operator - the Walsh median. The procedure for estimating the uncertainty of the obtained complex indicator has been developed. It is shown that the use of the Walsh median can reduce the uncertainty of the estimation of the complex quality index.

Key words: *complex quality index, uncertainty, median Walsh*

Стаття надійшла до редакції 3.05.2018.

© Яремчук[1] Н. А. к.т.н. проф., Года[2] О. Ю. к.т.н. старший викладач