

УДК 004.05

DOI <https://doi.org/10.32782/tnv-tech.2024.5.10>

## ОЦІНКА ЯКОСТІ ПРОГРАМНОГО ЗАСОБУ МЕТОДОМ ЕКСПЕРТНИХ ОЦІНОК

**Тузова І. А.** – доцент кафедри технічної кібернетики й інформаційних технологій імені професора Р. В. Меркта  
Одеського національного морського університету  
ORCID ID: 0009-0002-4198-378X

**Тузов О. В.** – старший викладач кафедри технічної кібернетики й інформаційних технологій імені професора Р. В. Меркта  
Одеського національного морського університету  
ORCID ID: 0009-0006-5443-4957

**Панченко Т. Д.** – старший викладач кафедри технічної кібернетики й інформаційних технологій імені професора Р. В. Меркта  
Одеського національного морського університету  
ORCID ID: 0009-0007-4629-9537

**Чумак О. А.** – старший викладач кафедри технічної кібернетики й інформаційних технологій імені професора Р. В. Меркта  
Одеського національного морського університету  
ORCID ID: 0009-0002-5802-9765

**Коновалов С. М.** – старший викладач кафедри технічної кібернетики й інформаційних технологій імені професора Р. В. Меркта  
Одеського національного морського університету  
ORCID ID: 0000-0002-2533-8660

У статті запропоновано метод розрахунку оцінки якості програмного засобу (ПЗ) за допомогою експертних оцінок. Цей метод базується на обчисленні оцінок експертів за певним набором критеріїв, що максимально повно зображають якість ПЗ по різним параметрам. Для оцінювання якості програмного забезпечення було відібрано і проаналізовано десять показників якості для ПЗ, що найбільш всесторонньо характеризують програмний засіб із позицій адаптованості до галузі застосування і подальшого вдосконалення за побажанням клієнта. У оцінці даного ПЗ прийняли участь 8 експертів. Після проведення опитування експертів, були отримані оцінки для кожного показника якості та розраховане середнє значення якості ПЗ.

Кількість користувачів програмного забезпечення із часом може змінюватися, також змінюватиметься оцінка від користувачів. Оскільки експерти із цієї групи можуть змінюватися і їх оцінка також змінюється то було вирішено назвати експертів із цієї групи – динамічні експерти. Розроблений метод враховує оцінки від експертів із динамічної групи в певний момент часу, наприклад, в момент випуску першої версії розроблюваного ПЗ і в момент випуску наступної версії ПЗ. Між цими двома часовими відмітками кінцеві користувачі можуть змінювати своє ставлення до якості ПЗ.

Методика отримання експертних оцінок значень показників якості з метою методологічної єдності повинні ґрунтуватися на загальному методі оцінки якості, правилах вибору номенклатури показників якості та діючих методичних матеріалах по оцінці заданого показника якості оцінюваного ПЗ.

Експертам пропонується дати рангову оцінку наперед визначеної кількості показників якості продукції. Рангова оцінка зводиться до позначення ступеня важливості кожного показника рангом.

Узгодженість думок експертів відносно важливості кожної властивості оцінюють як коефіцієнт варіації думок експертів за кожним і-им показником якості. Чим більше

значення коефіцієнту, тим менше узгодженість думок експертів відносно важливості  $i$ -го показника. При коефіцієнті  $< 10\%$  узгодженість думок експертів вважають високою, при коефіцієнті  $> 35\%$  – низькою.

Для оцінювання загальної узгодженості думок експертів визначають коефіцієнт конкордації. Узгодженість думок експертів буде тим краще, чим ближче коефіцієнт конкордації ( $W$ ) до одиниці. Значення  $W=0$  свідчить про повну байдужість або неузгодженість думок експертів.

Останнім кроком оцінюють значення кожного одиничного показника якості з урахуванням його коефіцієнта значущості та загальне середнє значення якості ПЗ.

**Ключові слова:** експертна оцінка, показники якості, верифікація, валідація, життєвий цикл, коефіцієнт значущості.

#### **Tuzova I. A., Tuzov O. V., Panchenko T. D., Chumak O. A., Kononov S. M. Software quality assessment using expert assessment**

The article presents a method of calculating the quality assessment of the software tool Visual Studio Code by an expert method is proposed. This method is based on the calculation of experts' evaluations according to a certain set of criteria that most fully depict the quality of the software according to various parameters. To evaluate the quality of the software, ten quality indicators for the software were selected and analyzed, which most comprehensively characterize the software in terms of adaptability to the field of application and further improvement at the request of the client. 8 experts took part in the evaluation of this software. After conducting a survey of experts, scores were obtained for each quality indicator and the average value of software quality was calculated.

The number of users of the software may change over time, and so will user ratings. Since experts from this group can change and their assessment also changes, it was decided to call experts from this group dynamic experts. The developed method takes into account assessments from experts from a dynamic group at a certain point in time, for example, at the time of the release of the first version of the developed software and at the time of the release of the next version of the software. Between these two time stamps, end users can change their attitude towards software quality.

The methods of obtaining expert assessments of the values of quality indicators for the purpose of methodological unity should be based on the general method of quality assessment, the rules for choosing the nomenclature of quality indicators and current methodical materials for the assessment of a given quality indicator of the evaluated software.

Experts are invited to give a rank assessment of a predetermined number of product quality indicators. Rank assessment is reduced to indicating the degree of importance of each indicator by rank.

The agreement of experts' opinions regarding the importance of each property is evaluated as the coefficient of variation of experts' opinions for each and every quality indicator. The larger the value of the coefficient, the lower the consistency of experts' opinions regarding the importance of the  $i$ -th indicator. If the ratio is  $< 10\%$ , the agreement of experts' opinions is considered high, if the ratio is  $< 15\%$ , it is above average, if the ratio is  $< 35\%$ , it is below average, and if the ratio is  $> 35\%$ , it is considered low.

The concordance coefficient is determined to assess the overall consistency of experts' opinions. The agreement of experts' opinions will be better, the closer the concordance coefficient ( $W$ ) is to one. The value  $W=0$  indicates complete indifference or inconsistency of experts' opinions.

The last step is to evaluate the value of each single quality indicator, taking into account its significance coefficient and the overall average value of software quality.

**Key words:** peer review, quality indicators, verification, validation, life cycle, what is the significance factor.

**Вступ.** Методи експертних оцінок – це спосіб прогнозування та оцінки майбутніх результатів дій на основі прогнозів фахівців. Вони застосовуються у випадках, коли завдання повністю або частково не піддається формалізації і не може бути вирішене відомими математичними методами.

Для проведення оцінки якості програмного забезпечення попередньо визначаються базові значення показників для аналогу, прийнятого за еталон про розробці даного програмного забезпечення. Значення базових показників мають відбивати сучасний світовий рівень розробок. На роль аналогів вибирається реальне програмне забезпечення того самого функціонального призначення, що й порівнюване, з такими ж основними параметрами, що й дана структура, і схожими умовами експлуатації.

**Метою статті** є дослідження методики оцінки якості, правил вибору номенклатури показників якості та діючих методичних матеріалів по оцінці заданого показника якості оцінюваного ПЗ та напрацювання рекомендацій щодо практичного використання методу експертних оцінок в Україні.

**Огляд останніх досліджень та літератури.** Розробка програмного забезпечення (ПЗ) потребує контроль за якістю функціонування на кожному із запланованих етапів розробки. Стеження за показниками якості на протязі всього процесу розробки і супроводу ПЗ надає можливість контролювати і покращувати кінцевий продукт. Методи забезпечення контролю якості ПЗ на всіх етапах розробки, націлені на підвищення ступеня задоволення клієнтів від покращення якості і зручності застосування на виробництві.

Професійний підхід до управління якістю базується на тому, що якість це чітко визначена величина, яку можна виміряти і проконтролювати, вона піддається управлінню і поліпшенню [6].

Знання поточного значення показників якості програмного забезпечення дозволяє побачити наскільки далеко воно знаходиться від критичного значення. Дає можливість стежити за зміною поточного значення, завдяки чому можна прогнозувати і планувати термін завершення розробки або перехід до наступного етапу. Було розглянуто та прийнято за основу метод експертної оцінки якості програмного забезпечення із використанням нейронної мережі із зворотнім розповсюдженням, що дозволяє відстежувати динаміку зміни якості на всіх етапах розробки. Цей метод розроблено науковцями Вінницького національного технічного університету кафедри «Моделювання та моніторингу складних систем» та використано при реалізації методики оцінки якості матеріалів дистанційних електронних курсів у Центрі дистанційного навчання Вінницького національного технічного університету [7].

Аналіз якості в програмній інженерії орієнтований на:

- досягнення необхідної якості програмного забезпечення відповідно до встановлених критеріїв;
- верифікацію і валідацію на етапах життєвого циклу та оцінку якості виробленого програмного продукту [5, с. 142];
- забезпечення надійності як основної характеристики гарантії якості програмного забезпечення (SQAs – Software Quality Assurance [1]).

Визначені напрями програмної інженерії розглядаються на всіх етапах життєвого циклу програмного продукту, тобто аналіз і забезпечення якості проводиться за всіма видами діяльності у вирішенні задач планування, розробки і підтримки процесів створення програмного забезпечення.

Основні стандартні положення зі створення якісного продукту й оцінки рівня досягнутої якості зафіксовано в міжнародних [1] та вітчизняних стандартах [2–4]. Залежно від специфіки програмних продуктів стандарти пропонують термінологію та склад показників (атрибутів) якості. Вони утворюють базові знання і визначають планування, проектування, аналіз, вимірювання та поліпшення якості.

Якість програмного забезпечення визначається набором загальних характеристик, на формулювання яких спрямовані процеси інженерії вимог як складової частини програмної інженерії. Визначення характеристик якості відображає погляд користувача на якість програмного забезпечення. Відповідно до стандарту ISO-9126 [1] визначено шість характеристик:

1. функціональність,
2. надійність,

3. зручність,
4. ефективність,
5. супроводжуваність,
6. переносність.

Для проведення оцінки якості програмного забезпечення попередньо визначаються базові значення показників для аналогу, прийнятого за еталон про розробці даного програмного забезпечення. Значення базових показників мають відбивати сучасний світовий рівень розробок. На роль аналогів вибирається реальне програмне забезпечення того самого функціонального призначення, що й порівнюване, з такими ж основними параметрами, що й дана структура, і схожими умовами експлуатації.

Таким чином, аналіз якості є діяльністю, що включає процеси управління, інфраструктуру програмної інженерії, тестування, інженерію вимог. Характеристики якості визначають споживчі властивості і мають вартісний вираз, що включає оцінку витрат на процес розробки та експлуатації, оцінку економічних вигод застосування вказаних програм порівняно з іншими засобами вирішення відповідного прикладного завдання, а також перспектив подальшого використання даного програмного забезпечення в умовах зміни середовища функціонування.

**Виклад основного матеріалу.** Методи експертних оцінок – це спосіб прогнозування та оцінки майбутніх результатів дій на основі прогнозів фахівців. Вони застосовуються у випадках, коли завдання повністю або частково не піддається формалізації і не може бути вирішене відомими математичними методами [8].

Визначення характеристик показників якості експертним методом передбачає наступний порядок дій:

- підбір і підготовка групи експертів;
- постановка завдання експертам;
- контроль роботи експертів;
- збір думок (оцінок) експертів;
- оцінка компетентності та сумлінності групи експертів;
- розрахунок експертної оцінки.

Загальними вимогами, які пред'являються до фахівців, що залучаються як експерти, прийнято вважати їх достатню професійну кваліфікацію й інформованість з обговорюваного питання, діловитість і об'єктивність. Важливою умовою, якій повинен відповідати експерт, є відсутність зацікавленості в конкретному результаті експертизи. Число експертів залежить від необхідної точності оцінок, допустимої трудомісткості процедур, а також можливостей організації роботи групи експертів. На практиці оптимальне число експертів складає 7–12 чоловік.

Методики отримання експертних оцінок значень показників якості з метою методологічного єдності повинні ґрунтуватися на загальному методі оцінки якості, правилах вибору номенклатури показників якості та діючих методичних матеріалах по оцінці заданого показника якості оцінюваного ПЗ.

Опитування експертів може проводитися у формі очного або заочного анкетування. Експертам пропонується дати рангову оцінку наперед визначеної кількості показників якості продукції. Рангова оцінка зводиться до позначення ступеня важливості кожного показника рангом. Найважливіший показник позначають рангом  $R_{ij} = 1$ , а як найменше значущий – рангом  $R_{ij} = n$ , де  $n$  – число оцінюваних одиничних показників. Якщо експерт вважає, що декілька показників рівноцінні по значущості, то їм присвоюються рівні ранги, але сума їх повинна бути рівною сумі місць при їх послідовному розташуванні.

Узгодженість думок експертів відносно важливості кожної властивості оцінюють за формулою [8]:

$$v_i = \frac{\sigma_i}{R_i}, \quad (1)$$

де  $v_i$  – коефіцієнт варіації думок експертів за кожним  $i$ -им показником якості;

$\sigma_i = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^m (R_{ij} - \bar{R}_i)^2}{m-1}}$  – середнє квадратичне відхилення думок експертів відносно за кожним  $i$ -им показником якості;

$\bar{R}_i$  – середній за всіма експертами ранг  $i$ -го показника якості;

$R_{ij}$  – ранг  $i$ -го показника якості, проставлений  $j$ -им експертом;

$m$  – число експертів.

Чим більше значення  $v_i$ , тим менше узгодженість думок експертів відносно важливості  $i$ -го показника. Так, наприклад, при  $v_i < 10\%$  узгодженість думок експертів вважають високою, а при  $v_i > 35\%$  – низькою.

Для оцінювання загальної узгодженості думок експертів визначають коефіцієнт конкордації за формулою:

$$W = \frac{12 \sum_{i=1}^n (S_i - \bar{S})^2}{m^2 (n^3 - n) - m \sum_{j=1}^m F_j}, \quad (2)$$

де  $S_i$  – сума рангових оцінок експертів за кожним  $i$ -им одиничним показником якості;

$\bar{S} = 0,5m(n+1)$  – середня сума рангів для всіх показників;

$n$  – число одиничних показників;

$F_j = 12^{-1} \sum_{g=1}^n (t_g^3 - t_g)$  – показник однаковості  $j$ -го експерта;

$u$  – число оцінок з однаковими рангами у  $j$ -го експерта;

$t_g$  – число однакових рангів у кожній  $g$ -тій оцінці  $j$ -го експерта.

Значення  $W$  можуть знаходитися в межах від нуля до одиниці.

Узгодженість думок експертів буде тим краще, чим ближче  $W$  до одиниці. Значення  $W=0$  свідчить про повну байдужість або неузгодженість думок експертів.

При  $W > 0,5$  можна розраховувати коефіцієнти значущості  $\alpha_i$  кожного  $i$ -го показника для встановлення мінімального комплексу показників. Разом з тим, при необхідності підрахунку комплексного показника повинна виконуватися умова:  $W > 0,6$ . Інакше слід організувати повторну експертизу або виключити думки експертів з сумнівними оцінками.

Для виявлення експертів, рангові оцінки яких більшою мірою відрізняються від сумарних оцінок значущості  $S_i$ , останні заміняють відповідними рангами, причому  $R(S_i) = 1$  привласнюється мінімальному значенню  $S_i$ . Подальші ранги  $R(S_i)$  зростають із збільшенням сумарних оцінок підраховують різниці по модулю [8]:

$$\Delta R_{ij} = |R_{ij} - R(S_i)|, \quad (3)$$

Очевидно, що максимальне значення суми  $\sum_{i=1}^n \Delta R_{ij}$  свідчитиме про найбільше відхилення рангових оцінок  $j$ -го експерта від оцінок решти експертів. Тому його оцінки ( $R_{ij}$ ) виключають і знаходять сумарні кінцеві оцінки  $S_{kj} = S_i - R_{ij}$  для експертів, які залишилися.

Потім розраховують коефіцієнт конкордації за формулою 2. Якщо величина  $W$  говорить про хорошу узгодженість думок експертів ( $W \geq 0,6$ ), то далі переходять до розрахунку коефіцієнтів значущості [8]:

$$\alpha_i = \frac{S_{ki}}{\sum_{i=1}^n S_{ki}}, \quad (4)$$

Далі з усіх  $n$  показників виділяють найзначніші, для яких виконується умова  $\alpha_i > 1/n$ . Оскільки  $\sum \alpha_i = 1$ , то коефіцієнти значущості істотно значимих показників підраховують за формулою  $\alpha_{i0} = \alpha_i^* / \sum \alpha_i^*$ , де  $\alpha_i^*$  – коефіцієнти значущості показників, для яких виконується умова  $\alpha_i^* > 1/n$ .

Останнім кроком оцінюють значення кожного одиничного показника якості з урахуванням його коефіцієнта значущості та загальне середнє значення якості ПЗ [8]:

$$P = \frac{\sum_{i=1}^n P_i}{n}, \quad (5)$$

$$P_i = \alpha_i^* \cdot \sum_{j=1}^m R_{ij}, \quad (6)$$

Розглянемо на наступному прикладі обробку результатів оцінювання якості програмного забезпечення Visual Studio Code методом експертних оцінок.

Було відібрано і проаналізовано десять критеріїв, що найбільш всесторонньо характеризують це ПЗ:

1. Зручність використання;
2. Надійність;
3. Функціональність;
4. Ресурсопоживання;
5. Портативність;
6. Захищеність;
7. Зручність супроводу;
8. Додаткові можливості;
9. Узгодженість;
10. Простота конструкції.

В оцінці прийняли участь 8 експертів: Експерт 1, Експерт 2, ..., Експерт 8.

Після проведення опитування експертів формується матриця оцінок ранжированих показників (табл. 1).

Далі було проведено переранжування оцінок експертів та отримано нову матрицю оцінок (табл. 2).

Таблиця 1

Матриця оцінок експертів

Експерти	Рангові оцінки показників якості Rij									
	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10
Експерт 1	5	2	3	8	10	6	4	7	9	10
Експерт 2	5	2	3	7	9	6	4	8	9	10
Експерт 3	4	2	3	8	9	6	4	7	8	10
Експерт 4	5	2	4	7	10	6	5	8	8	9
Експерт 5	4	1	3	8	10	5	4	7	8	9
Експерт 6	5	1	3	6	9	5	4	7	8	10
Експерт 7	4	2	3	7	9	6	5	7	8	10
Експерт 8	4	1	3	7	10	6	5	8	9	10

Таблиця 2

## Матриця оцінок експертів після переранжування

Експерти	Рангові оцінки показників якості $R_{ij}$									
	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10
Експерт 1	4	1	2	7	9,50	5	3	6	8	9,5
Експерт 2	4	1	2	6	8,5	5	3	7	8,5	10
Експерт 3	3,5	1	2	7,5	9	5	3,5	6	7,5	10
Експерт 4	3,5	1	2	6	10	5	3,5	7,5	7,5	9
Експерт 5	3,5	1	2	7,5	10	5	3,5	6	7,5	9
Експерт 6	4,5	1	2	6	9	4,5	3	7	8	10
Експерт 7	3	1	2	6,5	9	5	4	6,5	8	10
Експерт 8	3	1	2	6	9,5	5	4	7	8	9,5

За формулами 2–4 розраховуються коефіцієнт конкордації та коефіцієнти значущості показників ( $W=0,9724556$ ). Таким чином, можна зробити висновок, що узгодженість оцінок експертів досить велика.

Далі розраховується середнє значення якості ПЗ (P):  $P=4,7757955$ .

Результати зводяться в табл. 3.

Таблиця 3

## Зведена матриця оцінок експертів

ЕКСПЕРТИ	Рангові оцінки показників якості $R_{ij}$										$\sum_{i=1}^n R_{ij}$	$F_j$
	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10		
17 Непом'яща	4	1	2	7	9,50	5	3	6	8	9,5	55	0,5
18 Голубова	4	1	2	6	8,5	5	3	7	8,5	10	55	0,5
19 Гончарова	3,5	1	2	7,5	9	5	3,5	6	7,5	10	55	1
20 Мокряк	3,5	1	2	6	10	5	3,5	7,5	7,5	9	55	1
21 Білоус	3,5	1	2	7,5	10	5	3,5	6	7,5	9	55	1
22 Бондаренко	4,5	1	2	6	9	4,5	3	7	8	10	55	0,5
23 Ярмола	3	1	2	6,5	9	5	4	6,5	8	10	55	0,5
24 Іванер	3	1	2	6	9,5	5	4	7	8	9,5	55	0,5
$\sum_{i=1}^n R_{ij}$	29	8	16	52,5	74,5	39,5	27,5	53	63	77	440	5,5
25 $\bar{R}_i$	2,9	0,8	1,6	5,25	7,45	3,95	2,75	5,3	6,3	7,7	44	
26 R-Rsr	-41,1	-43,2	-42,4	-38,75	-36,55	-40,1	-41,25	-38,7	-37,7	-36,3		
27 $(R-Rsr)^2$	1689,2	1866,2	1798	1501,6	1335,903	1604	1701,56	1498	1421	1318	15732,91	
28 $\sigma_i$	15,534	16,328	16,03	14,646	13,8146	15,14	15,591	14,63	14,25	13,72		
29 $V_i$	18,7%	4,9%	10,0%	35,8%	53,9%	26,1%	17,6%	36,2%	44,2%	56,1%		
30 Si	29	8	16	52,5	74,5	39,5	27,5	53	63	77	440	
31 $(Si - Ssr)^2$	225	1296	784	72,25	930,25	20,25	272,25	81	361	1089	5131	
32 ai	0,0659	0,0182	0,036	0,1193	0,169318	0,09	0,0625	0,12	0,143	0,175	1	
33 ai*	0	0	0	0,1193	0,169318	0	0	0,12	0,143	0,175	0,727273	
34 ai*0	0	0	0	0,1641	0,232813	0	0	0,166	0,197	0,241		
35 Pi	0	0	0	6,2642	12,6142	0	0	6,384	9,02	13,48	47,75795	

**Висновки.** У статті розглядаються особливості дослідження методики оцінки якості за допомогою експертних оцінок, а також правил вибору номенклатури показників якості та діючих методичних матеріалів по оцінці заданих показників ПЗ. Отже, запропонований метод дає можливість прогнозування та оцінки майбутніх результатів дій на основі прогнозів фахівців, які повинні мати високий професійний рівень та практичний досвід. Загалом, метод експертного аналізу в сучасних умовах є одним з найбільш дієвих засобів отримання і аналізу якісної інформації.

**СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:**

1. ISO/IEC 9126. Information Technology. – Software Quality Characteristics and metrics, 1997.
2. ДСТУ 2844 – 1994. Програмні засоби ЕОМ. Забезпечення якості. Терміни та визначення.
3. ДСТУ 2850 – 1994. Програмні засоби ЕОМ. Забезпечення якості. Показники та методи оцінювання якості програмного забезпечення.
4. ДСТУ 3230 – 1995. Управління якістю та забезпечення якості. Терміни та визначення.
5. Бабенко Л.П. Основи програмної інженерії: Навч. посіб. / Л.П. Бабенко, К.М. Лаврішева. – К.: Т-во «Знання», КОО, 2001. – 269 с. – (Вища освіта XXI століття).
6. L. Hyatt and L. Rosenberg. A Software Quality Model and Metrics for Identifying Project Risks and Assessing Software Quality. ESA 1996 Product Assurance Symposium and Software Product Assurance Workshop. European Space Agency, ESTEC, Noordwijk, The Netherlands, pp. 209-212.
7. Боцула М. П. Метод експертної оцінки якості програмного забезпечення / Боцула М. П., Моргун І. А. // Матеріали міжнародної науково-практичної конференції аспірантів і студентів «Інженерія програмного забезпечення 2011» – 2011. – № 2.
8. Букреєва О.С. Методичні вказівки до практичних занять з дисципліни «Стандартизація та сертифікація програмного забезпечення». / Букреєва О.С. // Х.: ХНАДУ, 2019. С.33-36.

**REFERENCES:**

1. Information Technology. Software Quality Characteristics and metrics. ISO/IES 9126. (1997).
2. Computer software. Quality assurance. Terms and definitions. SSTU 2844. (1994).
3. Computer software. Quality assurance. Indicators and methods of software quality assessment. SSTU 2850. (1994).
4. Quality management and quality assurance. Terms and definitions. SSTU 3230. (1995).
5. Babenko L.P., Lavrisheva K.M. (2001). Fundamentals of software engineering. Kyiv: Knowledge. (Higher education of the 21st century).
6. L. Hyatt and L. Rosenberg. A Software Quality Model and Metrics for Identifying Project Risks and Assessing Software Quality. ESA. (1996) Product Assurance Symposium and Software Product Assurance Workshop. European Space Agency, (209-212). ESTEC, Noordwijk, The Netherlands.
7. Bocula M.P., Morgun I.A. (2011). Methodology for calculating criteria for evaluating the quality of electronic materials using fuzzy sets. Materials of the international scientific and practical conference graduate students and students "Software Engineering 2011", 2, (33–37) [in Ukrainian].
8. Bukreeva O.C. (2019). Methodical instructions for practical classes in the discipline "Software standardization and certification". Harkiv. (33-36).