

**Б. М. Герасимов, І. А. Круковський, О. М. Перегуда**

## **МЕТОДИКА ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СИСТЕМ, ЗАСНОВАНИХ НА ЗНАННЯХ**

*У статті подано опис методики, яка дозволяє на основі експертної інформації сформувати модель оцінювання якості (корисності) програмного забезпечення систем, заснованих на знаннях, а також з використанням цієї моделі зробити порівняльну оцінку альтернативних варіантів програмних засобів.*

**Постановка проблеми.** Якість (або корисність) програмного забезпечення систем, заснованих на знаннях (СЗЗ), досить складна та ємна категорія. Традиційно під цим розуміють ступінь виконання конкретним програмним засобом (ПЗ) функціональних завдань, визначених для нього. У найпростішому випадку це може бути висновок, наприклад, „відповідає вимогам” або „не відповідає вимогам”. Але коли кілька ПЗ мають таку відповідність, виникає потреба порівняти їх між собою. У такому разі виникає потреба у введенні певного показника якості (ПЯ) (або показника корисності) ПЗ [1, 2].

ПЯ є числове або якісне (лінгвістичне) значення, яке також називають оцінкою якості. Такі показники можуть бути частковими або комплексними (узагальненими). Часткові ПЯ дозволяють оцінити ПЗ СЗЗ за якоюсь однією характеристикою (швидкодія, обсяг необхідної оперативної пам'яті, можливість роботи з певним форматом даних тощо). Для одного ПЗ СЗЗ їх може бути велика кількість, при чому характеристики засобу, які відповідають цим показникам, можуть бути нерівнозначні за своєю важливістю. Узагальнені ПЯ – це результат об'єднання (узагальнення) декількох простих показників [1, 3].

Отже, визначення ПЯ ПЗ СЗЗ, тобто процедура відповідного оцінювання, є важливим і актуальним завданням.

**Огляд останніх досліджень і публікацій.** Аналіз досліджень і публікацій у галузі оцінювання якості ПЗ (зокрема ПЗ СЗЗ) [1 – 5] дозволив виявити низку недоліків, притаманних тим чи іншим підходам. Зупинимось на основних.

Оцінювання ПЗ СЗЗ лише за частковими ПЯ можливе тільки у випадку відносно невеликої кількості цих показників (від 1 до 4 – 5), але тоді їх може бути недостатньо для ґрунтовного (всебічного) визначення якості ПЗ. Якщо часткових показників велика кількість (більше 5 – 6), то ускладнюється процедура прийняття кінцевого рішення про якість ПЗ СЗЗ, а також підвищується ймовірність недостатнього врахування найбільш значущих часткових ПЯ. Варіантом розв'язання такого протиріччя є використання спеціальної процедури узагальнення (згортки) значень часткових показників з урахуванням їх відносної важливості. Але, коли значення узагальнених ПЯ близькі, то виникає потреба в оцінюванні ПЗ СЗЗ за частковими показниками, що в деяких випадках неможливо зробити одночасно.

Характеристики окремих ПЯ ПЗ СЗЗ можуть відрізнятися за своєю природою, тобто бути якісними (лінгвістичними) або кількісними. Крім того, вони можуть визначатися за результатами емпіричних або теоретичних досліджень, тобто вимірюватися чи обчислюватися, або ж встановлюватися евристично людиною-експертом, яка

використовує перш за все власний досвід. Більшість методик оцінювання ПЗ СЗЗ дозволяє формувати ПЯ лише певного типу, наприклад, лише кількісні, отримані за результатами вимірювань, що значно звужує можливості оцінювання.

**Формулювання завдання дослідження.** За результатами проведеного аналізу можна зробити висновок про актуальність створення методики оцінювання ПЗ СЗЗ, яка б дозволяла:

оцінювати ПЗ СЗЗ за великою кількістю часткових ПЯ, адекватних складній структурі проблемної області застосування засобів;

об'єднувати часткові ПЯ у вигляді узагальнених показників з урахуванням їх відносної важливості;

використовувати числові й лінгвістичні ПЯ;

широко застосовувати експертну інформацію при визначенні ПЯ з урахуванням компетенції експертів.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** У роботі розглянуто методику оцінювання якості ПЗ СЗЗ, яка дозволяє це здійснювати за набором часткових й узагальнених ПЯ, у тому числі з використанням єдиного комплексного показника. Методика ґрунтується на застосуванні експертної інформації, в основу якої покладено модернізований метод аналізу ієрархій Сааті [6]. Особливістю методики є те, що вона дозволяє оцінити ПЗ СЗЗ одночасно за великою кількістю різнорідних часткових та узагальнених ПЯ, які об'єднані в ієрархічну структуру і можуть мати кількісну та якісну природу.

Методика складається з двох етапів.

**На першому етапі** будується модель оцінювання у вигляді багаторівневої деревовидної ієрархічної структури. У формалізованому вигляді постановку та зміст задачі, яка вирішується на цьому етапі, можливо описати таким чином.

**Відомо:** неформалізований перелік ПЯ ПЗ СЗЗ у вигляді керівних документів, інструкцій та експертних думок.

**Необхідно:** сформувати модель у вигляді формалізованої системи логічно зв'язаних ПЯ ПЗ СЗЗ.

Далі подано основні часткові етапи побудови моделі оцінювання якості ПЗ СЗЗ.

1. З'ясування (уточнення) задачі оцінювання.

На даному етапі уточнюються строки вирішення завдання з формування моделі оцінювання, планується виконання основних узагальнених й часткових етапів побудови моделі. Складається початкове, можливе коло експертів, компетентних і повноважних у визначенні вимог до якості ПЗ СЗЗ. Попередньо призначається місце й час проведення експертизи. Уточнюється перелік документів, які визначають й регламентують роботу з ПЗ.

2. Формування експертної групи № 1.

На даному етапі до складу експертної групи включаються переважно фахівці з підрозділів (відділів, служб), професійна діяльність яких пов'язана з визначенням і контролем ефективності функціонування користувачів (чи груп користувачів) ПЗ СЗЗ. Поіменне визначення складу експертної групи здійснюється методом взаємного вибору [6].

3. Формування структури моделі оцінювання якості ПЗ СЗЗ.

На початку визначаються основні й часткові ПЯ. До моменту остаточного формулювання назв основних і часткових ПЯ, а також для встановлення логічних зв'язків між ними проводиться попередня консультація з експертами. Її результатом мають бути уточнені формулювання окремих вимог, визначення їх зв'язаності між собою, виключення

логічних помилок, неоднозначностей і дублювання інформації. Кількість часткових ПЯ, що об'єднуються до одного, більш узагальненого показника, визначається у межах  $7 \pm 2$  [7].

По суті на даному етапі формується первинна структура моделі оцінювання ПЗ СЗЗ у вигляді ієрархічної деревоподібної структури (рис. 1).

Для відображення в моделі оцінювання відносної важливості часткових критеріїв вводяться коефіцієнти важливості часткових критеріїв. Визначення цих коефіцієнтів проводиться експертним шляхом з використанням методу попарних порівнянь [6].

*На другому етапі* на основі отриманої на першому етапі моделі оцінювання проводиться безпосереднє оцінювання якості ПЗ СЗЗ експертним шляхом з використанням п'ятибальної шкали для всіх часткових ПЯ. У формальному вигляді постановку та зміст завдання можна описати таким чином.

Відомо: модель оцінки якості ПЗ СЗЗ та набір ПЗ, які необхідно оцінити (порівняти).

Потрібно: визначити якість обраних ПЗ СЗЗ (провести їх порівняння).

Далі наведено основні етапи вирішення завдання безпосереднього оцінювання ПЗ СЗЗ.

1. З'ясування (уточнення) завдання оцінювання.

Уточнюються строки вирішення завдання, планується виконання основних часткових етапів оцінювання аж до одержання кінцевих оцінок (узагальнених ПЯ). Складається можливе коло експертів, компетентних і повноважних у визначенні якості реалізації окремих функцій конкретних ПЗ СЗЗ. Попередньо призначається місце й час проведення експертизи. Уточнюється перелік ПЗ СЗЗ, який підлягає оцінюванню.

2. Формування експертної групи № 2.

Склад експертної групи на даному етапі якісно відрізняється від складу групи на попередньому етапі: переважно до групи № 2 включаються фахівці, котрі безпосередньо працюють з ПЗ СЗЗ, для яких воно є основним інструментом їх роботи.

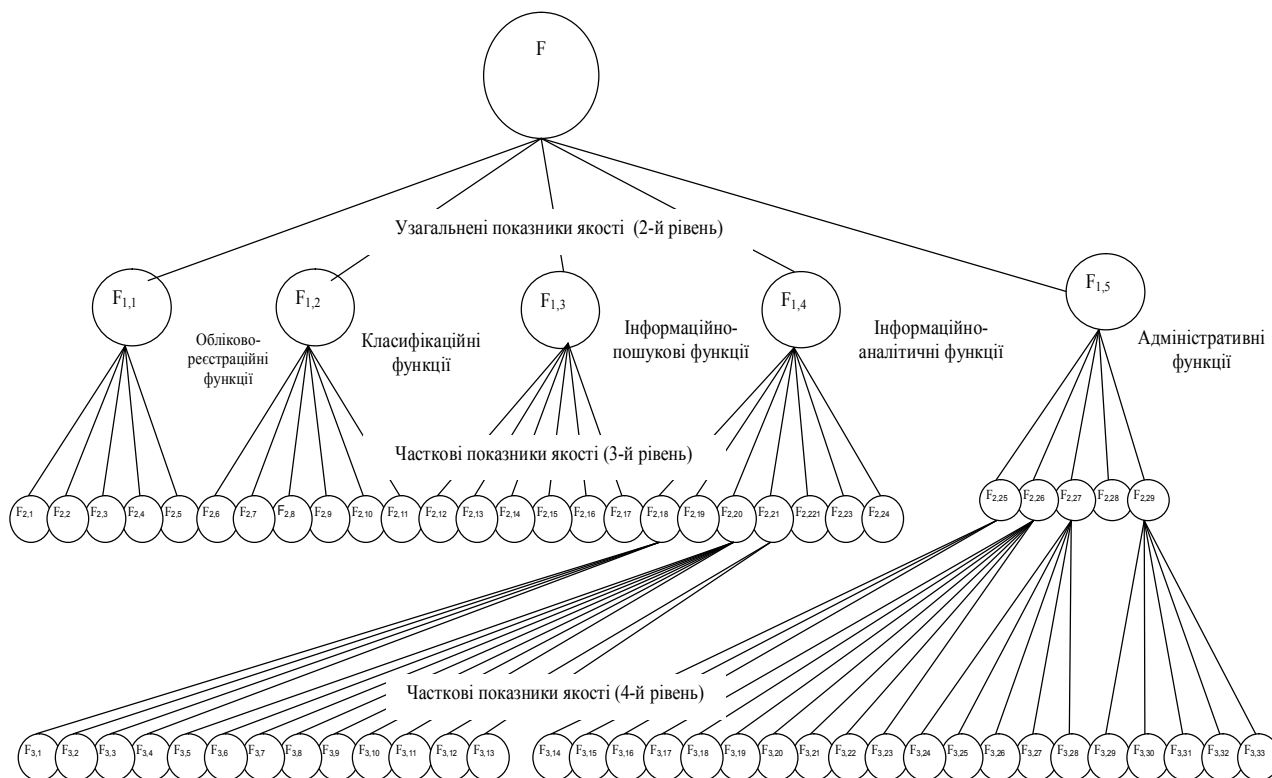
3. Експертне оцінювання ПЗ СЗЗ.

На відміну від етапу формування моделі оцінювання, у даному випадку експертам необхідно не порівнювати між собою за важливістю або якістю (ступенем) реалізації окремих функціональні характеристики ПЗ СЗЗ, а оцінити ступінь реалізації часткових функцій у кожному засобі. Тобто експерти повинні оцінити, в якій мірі конкретні ПЗ СЗЗ відповідають частковим критеріям якості, визначивши значення ПЯ для кожного засобу. Для цього запропонована спеціальна уніфікована п'ятиградацийна (може використовуватися як триградацийна) число-лінгвістична кольорографічна оціночна шкала. Як метод добування експертної інформації доцільно використовувати метод анкетування [8]. Усі часткові ПЯ, отримані на першому етапі методики оцінювання ефективності, доцільно об'єднати у групи й надати експертам у формі анкети. Експерти повинні отримати достатньо часу на проведення експертизи (біля трьох тижнів) з метою ознайомлення із запропонованими для оцінювання ПЗ (якщо до цього вони не мали можливості роботи з ними) та для проведення оцінювання згідно з анкетною.

4. Обробка й аналіз результатів оцінювання якості ПЗ СЗЗ.

Особливістю запропонованої методики є використання експертної інформації одночасно на всіх рівнях ієрархії моделі оцінювання як індивідуальних, так й усереднених експертних оцінок. Такий підхід відкриває широкі можливості для аналізу кінцевих оцінок ефективності ПЗ.

Узагальнений показник якості ПЗ СЗЗ (1-й рівень)



*Рис. 1. Структура моделі оцінювання якості програмного забезпечення СЗЗ*

Результуюча оцінка (узагальнений ПЯ) для однієї вершини деревоподібної зваженої моделі оцінювання при обчисленні індивідуальних експертних оцінок більш високого рівня ієрархії визначається з урахуванням коефіцієнтів важливості окремих часткових показників, які входять до цієї вершини. Середня результуюча оцінка, крім цього, обчислюється з урахуванням коефіцієнтів авторитетності експертів.

Таким чином обчислюються значення всіх узагальнених ПЯ, у тому числі значення єдиного головного узагальненого ПЯ ПЗ СЗЗ.

**Висновки.** У роботі отримано методика оцінювання ПЗ СЗЗ, перевагами якої є: врахування великої кількості різних (кількісних та якісних) ПЯ при оцінюванні ПЗ СЗЗ адекватно до проблемної області їх користувачів; можливість об'єднання часткових ПЯ в узагальнені показники; врахування важливості (значущості) окремих ПЯ; можливість використання емпіричних та евристичних (експертних) знань при визначенні ПЯ; врахування авторитетності експертів при визначенні ПЯ. Область застосування отриманої методики можна розширити для оцінювання характеристик широкого кола об'єктів, процесів та явищ, у тому числі не технічного характеру. При цьому методика дозволяє розширення для врахування не тільки експертної інформації, але й результатів інструментальних вимірювань. При великій кількості експертів та оцінюваних засобів для аналізу отриманих часткових оцінок можливо застосувати OLAP та Data Mining.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Боэм Б. У. Характеристики качества программного обеспечения / Б. У. Боэм, Дж. Браун. – М. : Мир, 1981. – 208 с.

2. Что такое качество программного обеспечения и как его улучшить [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.OpenQuality.ru>.
3. Брахман Т. Р. Многокритериальность и выбор альтернативы в технике / Т. Р. Брахман. – М. : Радио и связь, 1984. – 288 с.
4. Орлик С. В. Количественная оценка качества программного обеспечения (Software Quality Measurement) / С. В. Орлик. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [www.it4business.ru/lib/82/](http://www.it4business.ru/lib/82/).
5. Интеллектуальные системы поддержки принятия решений : теория, синтез, эффективность / В. А. Тарасов, Б. М. Герасимов, И. А. Левин, В. А. Корнийчук. – К. : МАКНС, 2007. – 336 с.
6. Самохвалов Ю. Я. Экспертное оценивание. Методический аспект / Ю. Я. Самохвалов, Е. М. Науменко. – К. : ДУИКТ, 2007. – 262 с.
7. Миллер Дж. Магическое число семь, плюс или минус два. О некоторых пределах нашей способности перерабатывать информацию / Дж. Миллер ; пер. с англ. // Инженерная психология : сб. науч. статей. – М. : Прогресс, 1964. – С. 192 – 225.
8. Гаврилова Г. А. Базы знаний интеллектуальных систем / Г. А. Гаврилова, В. Ф. Хорошевский. – СПб. : Питер, 2001. – 384 с.

Подано 09.11.09

**Б. Н. Герасимов, И. А. Круковский, А. Н. Перегуда**

#### **МЕТОДИКА ОЦЕНИВАНИЯ КАЧЕСТВА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СИСТЕМ, ОСНОВАННЫХ НА ЗНАНИЯХ**

*В статье представлено описание методика, которая позволяет на основе экспертной информации сформировать модель оценивания качества (полезности) программного обеспечения систем, основанных на знаниях, а также с использованием этой модели произвести сравнительную оценку альтернативных вариантов программных средств.*

**B. M. Gerasymov, I. A. Krukovskyj, O. M. Pereguda**

#### **THE METHOD OF EVALUATION OF THE QUALITY OF THE SOFTWARE OF SYSTEMS BASED ON KNOWLEDGE**

*In the article there is a description of the methods that allows formulating the model of evaluation of the quality of the software of systems based on knowledge on the basis of the expert information. On the basis of this method one can also make a comparative evaluation of the alternative variants of the realization of the software of a certain functional appointment.*