

## АНАЛІЗ ГАЛУЗІ ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

© Говорущенко Т.О., 2013

Проаналізовані галузь оцінювання якості програмного забезпечення (ПЗ), побудова формалізованої моделі якості ПЗ, а також характеристики та показники якості ПЗ. Визначено існуючі проблеми цієї галузі, на вирішення яких спрямовуватимуться подальші зусилля автора.

**Ключові слова:** оцінювання, якість програмного забезпечення, модель.

The research is dedicated to the analysis of software quality assessment field, the construction of formal model of software quality, and the analysis of the software quality characteristics and indexes. During the research the current problems of this field were identified. In their decision further efforts of author will be directed.

**Key words:** assessment, software quality, model.

### Вступ (сучасний стан галузі оцінювання якості програмного забезпечення)

Наразі розроблення ПЗ — найбільша галузь світової економіки, в якій зайнято близько 3 млн. фахівців (програмістів, розробників ПЗ та ін.), а інші 5 млрд. осіб безпосередньо залежать від їхньої успішної діяльності.

За час розробки програмного забезпечення виконуваних завдань, рівень їх складності та форми подання отриманих результатів кардинально змінилися. Але й донині розробка якісних програмних продуктів не стала нормою.

Криза у галузі забезпечення якості ПЗ існує: великі проекти виконуються з відставанням від графіка або з перевищенням кошторису витрат, розроблені продукти не мають необхідних функціональних можливостей, продуктивність ПЗ низька, якість ПЗ не влаштовує споживачів. За наближеними оцінками, витрати на розроблення ПЗ становлять близько 275 млрд. дол., але лише 72 % програмних проектів досягають етапу впровадження і усього 26 % програмних проектів завершуються успіхом [1], тобто лише 71,5 млрд. дол. витрачається на успішні проекти, а решта 200 млрд. дол. витрачаються на провальні або незавершені проекти (рис. 1).

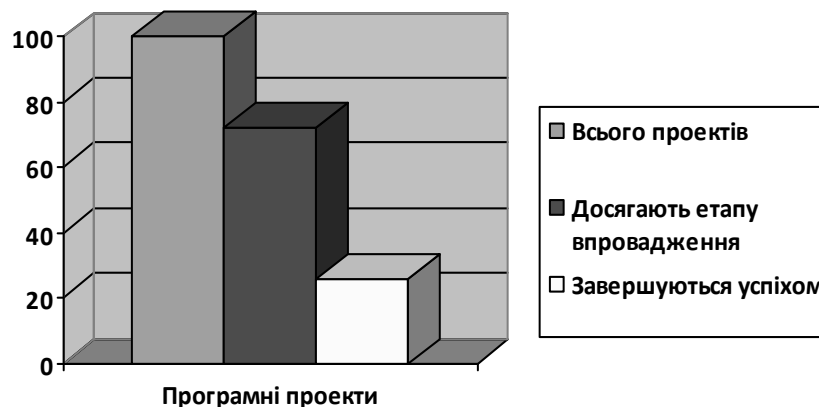


Рис. 1. Статистика щодо впровадження програмних проектів, згідно з оцінками Standish Group International

За статистикою, 18 % програмних проектів ніколи не завершуються, 53 % проектів з розроблення ПЗ завершуються з перевитратами на 56 % і перевищенням термінів на 84 % і лише 29 % проектів вкладаються у терміни та бюджет (рис. 2).



Рис. 2. Статистика щодо успішності програмних проектів

Розроблено чимало методів та засобів щодо технологій та стандартів забезпечення якості програмних комплексів. Для цього залучені кращі фахівці, але якість ПЗ, як і раніше, залежить від знань та досвіду розробників.

Програмні проекти часто зазнають невдач через неадекватне формулювання вимог, невдале проектування або неефективне планування, неправильне розуміння або недостатній аналіз специфікації та проекту, тобто через помилки на ранніх етапах життєвого циклу ПЗ [2–4]. Дослідження 50 проектів, на які витрачено понад 400 людинороків і які включили майже 3000000 рядків коду, проведені у Лабораторії проектування ПЗ NASA, показали, що підвищена увага до раннього контролю якості дає змогу істотно знизити рівень помилок, але не знижує загальних витрат на розробки [2]. Отже, забезпечення можливості раннього виявлення помилок та оцінювання якості проекту і прогнозування рівня якості розроблюваного за проектом ПЗ на етапі проектування дали б можливість зменшити витрати на розроблення ПЗ, а то й уникнути багатьох інцидентів, причини яких можна уникнути на етапах формулювання вимог щодо проектування.

Процес оцінювання та забезпечення якості ПЗ, як власне і процес розроблення ПЗ, залишається незабезпеченим фундаментальною теорією та методологією. Усі дослідження у галузі оцінювання якості (особливо на ранніх етапах життєвого циклу) мають хаотичний, несистематизований характер, хоча, як доведено у [3–4], саме в кінці етапу проектування можна й варто виявляти та усувати до 55 % всіх помилок майбутнього ПЗ. Безумовно, є багато фундаментальних досліджень (роботи Боєма, Дейкстри, Мейєра), але відсутня завершена, протестована та апробована теорія та методологія розроблення якісного ПЗ, а також оцінювання та прогнозування якості ПЗ на ранніх етапах життєвого циклу. Отже, індустрія оцінювання якості програм потребує кардинальних змін для запобігання техногенним катастрофам та інцидентам, викликаним помилками ПЗ.

### Формалізована модель якості програмного забезпечення

Найчастіше якість програмного забезпечення (ПЗ) – це характеристика ПЗ, яка відображає ступінь його відповідності вимогам, тобто придатність ПЗ задовольняти певні потреби відповідно до призначення. При цьому існують незалежні визначення поняття якості у різних стандартах. Згідно з [5], якість – це повнота властивостей і характеристик продукту, процесу або послуги, які забезпечують здатність задовольняти оголошені або передбачувані потреби. Згідно з [6], якість ПЗ – це ступінь, де воно має потрібну комбінацію властивостей. Згідно з [7], якість програмного засобу – це сукупність властивостей програмного засобу, які зумовлюють його придатність задовольняти задані або передбачувані потреби відповідно до призначення. Стандарт [8] дає таке визначення якості ПЗ: весь обсяг ознак та характеристик програмної продукції, який належить до її здатності задовольняти встановлені або передбачувані потреби.

Характеристика якості програмного засобу – набір властивостей програмного засобу, за допомогою яких описується та оцінюється його якість [7]. Згідно з [8], характеристика якості ПЗ –

набір властивостей (атрибутів) програмної продукції, за якими її якість описується і оцінюється. Характеристики якості можуть вимагатись тією чи іншою мірою, можуть бути відсутніми або задавати певні вимоги. Показник якості програмного засобу – характеристика якості програмного засобу, яка підлягає точному описанню та вимірюванню і має кількісне значення [7].

Стандарт [9] об'єднує характеристики якості ПЗ з різних стандартів і пропонує модель якості ПЗ (рис. 3).

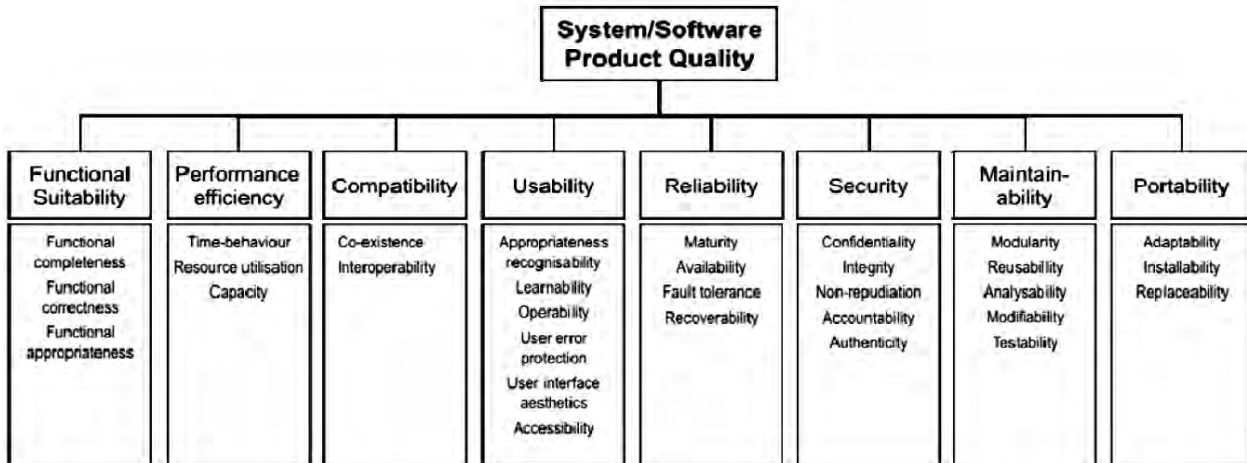


Рис. 3. Модель якості ПЗ за стандартом ISO/IEC 25010:2011 [9]

Очевидно, що якість ПЗ залежить від восьми основних характеристик – функційної придатності, ефективності, сумісності, зручності використання, надійності, безпеки, супроводжуваності, можливості перенесення. Тоді, досягаючи максимального значення кожної з восьми характеристик якості, можна досягти максимального значення якості ПЗ.

Сьогодні оцінювання характеристик якості ПЗ відбувається так. Спочатку оцінюються показники якості ПЗ – обирається метрика, градується шкала оцінки залежно від можливих ступенів відповідності показника накладеним обмеженням. Набір "вимірюваних" показників являє собою критерій для оцінки характеристики.

*Але!* Вибір метрик для оцінювання показників якості ПЗ виконується суб'єктивно, оскільки створені тисячі метрик, але відсутні єдині стандарти щодо їх вибору та використання. Інтерпретація величин метрик також здійснюється суб'єктивно, оскільки відсутні стандартизовані, "еталонні" значення метрик. Градування шкали оцінки знову ж таки суб'єктивне, тому що залежить від можливих ступенів відповідності показника накладеним обмеженням, а ступені відповідності не стандартизовані і визначаються софтверною організацією.

Отже, оцінювання якості ПЗ як функції основних восьми характеристик є суб'єктивним, оскільки софтверна організація обирає вигідні їй метрики для оцінювання показників, інтерпретує одержані значення обраних метрик як максимальні, градує шкалу оцінки кожної характеристики, враховуючи власну інтерпретацію значень метрик та можливих ступенів відповідності показників обмеженням, в результаті чого одержує максимальні значення кожної характеристики, а відповідно й максимальне значення якості ПЗ. Насправді ж *відбувається лише формальне задоволення якості ПЗ* внаслідок неповного покриття стандартами об'єктів стандартизації, а також внаслідок вибору розробником вигідних для себе стандартів та пристосування цих стандартів до своїх потреб. Крім того, *відсутні комплексні методології, які дадуть змогу оцінити не лише вплив кожної окремої характеристики на якість ПЗ, але й уможливають оцінити взаємовплив характеристик.*

Для усунення проблеми формалізованого задоволення якості, а також для побудови методології, яка дасть можливість оцінити взаємовплив характеристик та показників якості ПЗ, спочатку потрібно побудувати модель якості ПЗ, яка враховуватиме ці взаємовпливи. Якість ПЗ (Q), згідно зі стандартом [9], є функцією від восьми основних характеристик якості: функційної придатності (FS), ефективності (PE), сумісності (C), зручності використання (U), надійності

(R), безпеки (S), супроводжуваності (M), можливості перенесення (P), які являють собою значення з певного діапазону. Тоді якість ПЗ можна описати у формалізованому вигляді як  $Q = f(FS, PE, C, U, R, S, M, P)$ .

Але кожна з основних характеристик якості є функцією від кількох показників якості:

$FS = f_1(FCom, FCor, FA)$ , де FCom – функціональна повнота, FCor – функціональна коректність, FA – функціональна доцільність;

$PE = f_2(TB, RU, Cc)$ , де TB – поведінка у часі, RU – поведінка ресурсів, Cc – ємність;

$C = f_3(CE, I)$ , де CE – співіснування, I – взаємодія;

$U = f_4(AR, L, O, UEP, UIA, A)$ , де AR – розпізнавання доцільності, L – можливість вивчення, O – керованість, UEP – захист від помилок користувача, UIA – естетичність інтерфейсу користувача, A – доступність;

$R = f_5(Mat, Avb, FT, Rcv)$ , де Mat – зрілість, Avb – наявність (доступність), FT – відмовостійкість, Rcv – відновлюваність;

$S = f_6(Conf, Int, NR, Acb, Auth)$ , де Conf – конфіденційність, Int – цілісність, NR – невідхилюваність, Acb – підзвітність, Auth – ідентичність;

$M = f_7(Mod, Rus, Anb, Mdfb, Tsb)$ , де Mod – модульність, Rus – повторне використання, Anb – аналізованість, Mdfb – модифікованість, Tsb – тестованість;

$P = f_8(Adb, Inb, Rpb)$ , де Adb – адаптованість, Inb – можливість інсталяції, Rpb – можливість заміни.

Тоді модель якості ПЗ за стандартом [5] матиме такий формалізований вигляд:

$$Q = f(FS, PE, C, U, R, S, M, P) = f \begin{bmatrix} f_1(FCom, FCor, FA), \\ f_2(TB, RU, Cc), \\ f_3(CE, I), \\ f_4(AR, L, O, UEP, UIA, A), \\ f_5(Mat, Avb, FT, Rcv), \\ f_6(Conf, Int, NR, Acb, Auth), \\ f_7(Mod, Rus, Anb, Mdfb, Tsb), \\ f_8(Adb, Inb, Rpb). \end{bmatrix}. \quad (1)$$

Наразі є багато робіт, в яких досліджено функції  $Q = f(f_1(FCom, FCor, FA))$ ,  $Q = f(f_2(TB, RU, C))$ , ...,  $Q = f(f_8(Adb, Inb, Rpb))$ , але відсутні методології, які уможливили б оцінити якість як функцію усіх восьми характеристик у комплексі, з врахуванням їх взаємовпливів, як це показано в (1). Першим кроком для вирішення такої проблеми є аналіз характеристик та показників якості на цілісність, суперечливість, надлишковість, повноту.

### Аналіз характеристик та показників якості програмного забезпечення

Одним з найважливіших завдань під час оцінювання якості ПЗ є забезпечення цілісності, повноти та суперечливості характеристик та показників якості. Коректність та достовірність результату оцінювання якості ПЗ не можуть бути забезпечені, якщо характеристики або показники якості неповні або суперечать один одному. У той самий час надлишковість характеристик або показників якості ПЗ можуть призвести до великої складності обчислення якості програмного забезпечення. Тому постає проблема аналізу характеристик та показників якості на цілісність, повноту, суперечливість та надлишковість.

Наразі не існує єдиного підходу до оцінювання цілісності, повноти, суперечливості та надлишковості характеристик та показників якості.

Введемо визначення понять цілісності, повноти, суперечливості та надлишковості характеристик та показників якості ПЗ. *Несуперечливість* означає, що однакові характеристики та показники повинні позначати одні й ті самі властивості ПЗ. *Повнота* передбачає, що після надання кількісної оцінки усіх показників можна одержати коректні кількісні оцінки характеристик якості ПЗ, які, своєю чергою, повинні забезпечити коректну та достовірну кількісну оцінку якості ПЗ. *Цілісність* передбачає узгоджене подання інформації для зв'язаних показників та характеристик. *Надлишковість* означає перевищення кількості характеристик та показників якості ПЗ над невизначеністю інформації, яку вони несуть (над інформаційною ентропією).

Для визначення повноти, цілісності, надлишковості та несуперечливості характеристик та показників якості ПЗ варто розглянути сутність усіх характеристик та показників.

Розглянемо спочатку характеристики якості ПЗ. Згідно з [9]:

- 1) функційна придатність (FS) – ступінь, в якому ПЗ надає функції, що відповідають заявленим потребам, під час використання за певних умов;
- 2) ефективність (PE) – продуктивність по відношенню до кількості використовуваних ресурсів за встановлених умов;
- 3) сумісність (C) – ступінь, в якому ПЗ може обмінюватись інформацією з іншим ПЗ та/або виконувати необхідні функції, розділяючи апаратне та програмне середовища;
- 4) зручність використання (U) – ступінь, в якому ПЗ може бути використане з певними ефективністю, продуктивністю і задоволенням користувача у визначеному контексті використання;
- 5) надійність (R) – ступінь, в якому ПЗ виконує певні функції за вказаних умов протягом певного періоду часу;
- 6) безпека (S) – ступінь, в якому ПЗ захищає інформацію і дані в такий спосіб, що користувачі та інше ПЗ мають ступінь доступу до даних, які відповідають їхнім типам та рівням дозволу;
- 7) супроводжуваність (M) – ступінь ефективності, в якому ПЗ може бути модифіковане під час супроводу;
- 8) можливість переносу (P) – ступінь ефективності, в якому ПЗ може бути перенесене з одного апаратного і програмного забезпечення в інше, з одного оперативного середовища у інше тощо.

У таблиці наведений зміст показників якості ПЗ згідно з [9].

### Зміст показників якості ПЗ

Характеристика якості ПЗ	Показники якості ПЗ	Зміст показника
1	2	3
Функційна придатність	функційна повнота (FCom)	ступінь, в якому множина функцій покриває усі визначені завдання та цілі користувача
	функційна коректність (FCor)	ступінь, в якому ПЗ забезпечує правильний результат з необхідним ступенем точності
	функційна доцільність (FA)	ступінь, в якому ПЗ сприяє досягненню визначених цілей та завдань
Ефективність	поведінка у часі (TB)	ступінь відповідності вимогам результату, часу обробки і пропускної здатності ПЗ під час виконання своїх функцій
	поведінка ресурсів (RU)	ступінь відповідності вимогам кількості та типам ресурсів, використовуваних ПЗ під час виконання своїх функцій
	ємність (Cc)	ступінь відповідності вимогам максимальних меж параметрів ПЗ
Зручність використання	розпізнавання доцільності (AR)	можливість визначення користувачами, чи підтримуватиме ПЗ їх потреби ще до його реалізації
	можливість вивчення (L)	навчання з використання ПЗ, можливість використання ПЗ для досягнення поставлених цілей
	керованість (O)	наявність в ПЗ атрибутів, які дають змогу легко ним керувати та контролювати його

1	2	3
	захист від помилок користувача ( UEP )	ступінь захисту користувачів від помилкових рішень
	естетичність інтерфейсу користувача ( UIA )	ступінь естетичності інтерфейсу користувача та задоволення користувачів
	доступність ( A )	можливість використання ПЗ користувачами з найширшим діапазоном характеристик та можливостей
Надійність	зрілість ( Mat )	ступінь задоволення програмним забезпеченням потреб у надійності в умовах нормальної роботи функціонування та доступність ПЗ, коли воно потрібне
	наявність, доступність ( Avb )	
	відмовостійкість ( FT )	можливість роботи ПЗ як передбачалося, незважаючи на наявність апаратних або програмних збоїв
	відновлюваність ( Rcv )	можливість відновлення "постраждалих" даних та відновлення бажаного стану ПЗ у разі переривання або невдачі
Сумісність	співіснування ( CE )	ефективність виконання функцій програмним забезпеченням під час спільного використання ресурсів з іншим ПЗ
	взаємодія ( I )	можливість обміну інформацією з іншим ПЗ та використання одержаної інформації
Безпека	конфіденційність ( Conf )	можливість гарантування, що дані доступні лише користувачам, уповноваженим мати до них доступ
	цілісність ( Int )	можливість запобігання несанкціонованому доступу і зміні ПЗ та даних
	невідхилюваність ( NR )	неможливість відхилення дій або подій, для яких доведено, що вони існували
	підзвітність ( Acb )	можливість унікального відстеження дій користувача
	ідентичність ( Auth )	можливість доведення ідентичності суб'єкта або ресурсу заявленому об'єкту
Супроводжуваність	модульність ( Mod )	ПЗ складається з таких компонентів, що зміна одного з компонентів надає мінімальний вплив на інші компоненти
	повторне використання ( Rus )	основа (актив) ПЗ може бути використана за побудови іншого ПЗ
	аналізованість ( Anb )	ефективність, з якою можна оцінити вплив передбачуваних змін
	модифікованість ( Mdfb )	можливість ефективною зміни ПЗ без введення дефектів та без зниження якості
	тестованість ( Tsb )	ефективність, з якою критерії випробувань можуть бути встановлені для ПЗ
Можливість перенесення	адаптованість ( Adb )	можливість ПЗ ефективно адаптуватись до різного апаратного і програмного забезпечення або до різних оперативних середовищ
	можливість інсталяції ( Inb )	ефективність, з якою ПЗ може бути успішно встановлене та/або видалене
	можливість заміни ( Rpb )	можливість заміни ПЗ на інший вказаний програмний продукт з тими самими цілями у тому самому середовищі

З аналізу формалізованої моделі якості ПЗ, представленої формулою (1), а також із аналізу змісту характеристик та показників, залучені 10 експертів зробили висновок, що якість не залежить від однакових характеристик, а жодна характеристика не залежить від однакових показників, тому характеристики та показники якості ПЗ *є несуперечливими*.

Характеристики та показники якості ПЗ *є повними*, на думку тих же 10 експертів, оскільки кількісні оцінки усіх показників можуть надати коректні кількісні оцінки характеристик якості ПЗ,

які, своєю чергою, можуть забезпечити коректну та достовірну кількісну оцінку якості ПЗ, але існують певні проблеми:

1) визначення функцій, які за кількісними оцінками показників якості ПЗ надаватимуть коректні кількісні оцінки характеристик якості;

2) визначення функції, яка за кількісними оцінками характеристик якості ПЗ, враховуючи їхні взаємовпливи, надаватиме коректну та достовірну кількісну оцінку якості ПЗ.

Щодо *цілісності* характеристик та показників якості, то потрібно прагнути саме до узгодженого подання інформації для зв'язаних показників та характеристик, тобто знову ж таки потрібна методологія, яка враховуватиме взаємовпливи показників під час оцінювання характеристик і взаємовпливів характеристик під час оцінювання якості ПЗ.

Для визначення *надлишковості* характеристик та показників якості ПЗ пригадаємо деякі властивості інформаційної ентропії – інформаційна ентропія показників якості дорівнюватиме 0, коли інформація, яку вони несуть, повністю передбачувана, тобто не містить новизни; ентропія кількох характеристик якості ПЗ дорівнює сумі ентропій окремих характеристик. Оскільки, як було встановлено, якість не залежить від однакових характеристик, а жодна характеристика не залежить від однакових показників, то кожен показник і жодна характеристика несуть нову, непередбачувану інформацію, тобто їх інформаційна ентропія відмінна від 0. Вважатимемо, що усі показники якості мають однакову значущість (ймовірність) в межах однієї характеристики якості ПЗ. Визначимо тоді ентропію системи з 8 елементів (формула (1)), вважаючи, що перший елемент (перша характеристика якості ПЗ) може знаходитись у трьох станах (три показники якості ПЗ), другий елемент – у 3-х станах, третій елемент – у 2-х станах, четвертий елемент – у семи станах, п'ятий елемент – у 4-х станах, шостий елемент – у п'яти станах, сьомий елемент – у п'яти станах, восьмий елемент – у 3-х станах з однаковою ймовірністю. Інформаційна ентропія першого елемента становить:

$$H_1 = \log_2 3 = 1,585.$$

Аналогічно:

$$H_2 = H_8 = \log_2 3 = 1,585,$$

$$H_3 = \log_2 2 = 1,$$

$$H_4 = \log_2 7 = 2,808,$$

$$H_5 = \log_2 4 = 2,$$

$$H_6 = H_7 = \log_2 5 = 2,324.$$

Тоді ентропія системи (якості програмного забезпечення) становить:

$$H = H_1 + H_2 + H_3 + H_4 + H_5 + H_6 + H_7 + H_8 = 1,585 + 1,585 + 1 + 2,808 + 2 + 2,324 + 2,324 + 1,585 = 15,211.$$

Отже, якщо показники якості мають однакову значущість (ймовірність), то кількість характеристик якості не перевищує їх інформаційної ентропії, тобто *надлишковості характеристик якості ПЗ немає*. Аналіз змісту показників якості ПЗ з таблиці за участі 10 експертів підтвердив, що показники якості ПЗ, які несуть передбачувану інформацію, відсутні, отже, не можна говорити про надлишковість показників або характеристик якості ПЗ.

### Висновки

З результатів аналізу сучасного стану галузі оцінювання якості програмного забезпечення, а також існуючих методів та засобів оцінювання ПЗ впливає потреба і актуальність наукових досліджень в галузі оцінювання та прогнозування якості ПЗ на ранніх етапах життєвого циклу.

Актуальність проблем підвищення якості ПЗ зумовлює необхідність розроблення фундаментальної теорії та методології оцінювання і забезпечення (гарантування) якості ПЗ, а також необхідність моделей оцінювання якості ПЗ, які б враховували вплив різних чинників під час управління якістю. Автор запропонував формалізовану модель якості ПЗ як функцію усіх восьми характеристик у комплексі, але проблемою під час побудови такої моделі є визначення власне

функції, яка враховуватиме взаємовпливи характеристик та показників. Першим кроком для вирішення такої проблеми є аналіз характеристик та показників якості на цілісність, суперечливість, надлишковість, повноту.

Аналіз показників та характеристик якості ПЗ показав, що характеристики та показники якості є несуперечливими.

За взятої за основу гіпотези, що усі показники якості ПЗ мають однакову значущість (ймовірність), показники та характеристики якості не мають надлишковості. Але перспективним напрямком досліджень є визначення значущості (ймовірності) показників якості ПЗ і перевірка характеристик якості ПЗ на надлишковість з врахуванням одержаних ймовірностей.

Також подальшою перспективою досліджень є забезпечення повноти та цілісності показників і характеристик якості ПЗ, для чого необхідно:

1) визначити функції, які за кількісними оцінками показників якості ПЗ надаватимуть коректні кількісні оцінки характеристик якості;

2) визначити функцію, яка за кількісними оцінками характеристик якості ПЗ, враховуючи їхні взаємовпливи, надаватиме коректну та достовірну кількісну оцінку якості ПЗ;

3) розробити методологію, яка враховуватиме взаємовпливи показників під час оцінювання характеристик якості і взаємовпливи характеристик за комплексного оцінювання якості ПЗ.

1. Мищенко В.О., Поморова О.В., Говорущенко Т.А. CASE-оценка критических программных систем: в 3-х т. – Т. 1: Качество / под ред. В.С. Харченко. – Харьков: Нац. аэрокосмический университет "ХАИ", 2012. – 201 с. 2. Макконнелл С. Совершенный код. Мастер-класс. – М.: Издательство "Русская редакция", 2013. – 896 с. 3. Pomorova O., Novorushchenko T. Intelligent Assessment and Prediction of Software Characteristics at the Design Stage // American Journal of Software Engineering and Applications (AJSEA), 2013; 2(2) – P. 25–31. – [Electronic resource]. – Access mode: <http://article.sciencepublishinggroup.com/pdf/10.11648.j.ajsea.20130202.11.pdf>. 4. Поморова О.В., Говорущенко Т.О. Сучасні проблеми оцінювання якості програмного забезпечення // Радіоелектронні і комп'ютерні системи. – Харків: НАУ "ХАИ", 2013. – № 5. – С.319–327. 5. ISO 8402:1994 Quality management and quality assurance / ISO/IEC, 1994. 6. IEEE Std. 1061-1998 IEEE Computer Society: Standard for Software Quality Metrics Methodology, 1998. – 20 p. 7. ГОСТ 28806-90. Качество программных средств. Термины и определения. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://vsegost.com/Catalog/10/10605.shtml>. 8. ISO/IEC 9126-1. Software engineering- Product quality- Part 1: Quality model / ISO/IEC, 2001. 9. ISO/IEC 25010:2011. Systems and software engineering – Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE). – System and software quality models / ISO/IEC, 2011.