

О. В. Запорожець, Н. В. Штефан, І. С. Яценко

Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків, Україна

ВИМІРЮВАННЯ ЯКОСТІ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НА ОСНОВІ СТАНДАРТІВ SQuaRE

Анотація. Якість є одним із факторів, що забезпечують комерційний успіх та безпеку використання програмного забезпечення. Під якістю розуміють відповідність явним і неявним вимогам різних зацікавлених сторін. Необхідно забезпечити спільне взаєморозуміння між розробниками та користувачами, інженери повинні розуміти значення поняття якості, характеристики та важливість якості для розробленого або підтримуваного програмного забезпечення. Основою забезпечення якості є вимірювання. Вони є основним інструментом керування життєвим циклом програмних продуктів, оцінки виконання планів і моніторингу. Для кількісного визначення якості необхідно виміряти характеристики програмного забезпечення. Стандартизація передбачає уніфікацію вимог до якості, її вимірювання та оцінки. Використання стандартів дає безліч потенційних переваг для будь-якої організації, особливо у таких ключових областях, як вимірювання якості програмних продуктів, інформаційних та вимірювальних систем. Визнані міжнародні організації із стандартизації опублікували серію стандартів ISO/IEC 25000 щодо вимог та оцінки якості систем та програмного забезпечення SQuaRE, яка набуває широкого практичного застосування. У статті обговорюється серія міжнародних стандартів SQuaRE, аналізується взаємозв'язок між моделлю якості, характеристиками якості, показниками якості та новою концепцією – елементом показника якості програмного забезпечення, представлено вимірювання якості на основі цих стандартів.

Ключові слова: якість, модель якості, програмне забезпечення, вимірювання, стандарт, показник якості.

Вступ

Комп'ютерні системи стали невід'ємною частиною життєзабезпечення сучасної людини. Наслідки використання неякісного програмного забезпечення можуть бути катастрофічними, починаючи від техногенних аварій, матеріальних втрат і небезпеки для людини і закінчуючи втратою іміджу компанії-розробника.

Якість програмного забезпечення – це здатність програмного продукту задовольняти заявлені та неявні потреби при використанні в певних умовах [1]. Тому дуже важливо забезпечити спільне розуміння між розробниками та користувачами. Інженери повинні чітко розуміти зміст, що вкладається в концепцію якості, характеристики та важливість якості для розробленого або підтримуваного програмного забезпечення. Формулювання чітких і зрозумілих вимог до якості ПЗ, а потім їх кількісна оцінка є одним із пріоритетних завдань забезпечення якості ПЗ.

Основою для забезпечення якості є вимірювання. Вони є основним інструментом для управління життєвим циклом програмних продуктів, оцінки виконання планів і моніторингу. Для кількісної оцінки якості необхідно виміряти характеристики програмного забезпечення.

Стандартизація забезпечує уніфікацію вимог до якості, її вимірювання та оцінки. Використання стандартів забезпечує багато потенційних переваг для будь-якої організації, особливо в таких ключових сферах, як вимірювання якості програмних продуктів та інформаційних і вимірювальних систем. Відповідно, доцільно аналізувати сучасні стандарти як основу для формування вимог до якості програмного забезпечення та вимірювання якості програмного забезпечення, що дозволить знизити ризики при розробці, впровадженні та супроводі програмного забезпечення. Актуальність даного питання підтвер-

джується також тим, що ці стандарти прийняті в Україні як національні.

Перші міжнародні стандарти в цій галузі були прийняті ще в 1991 році і з того часу неодноразово переглядалися. Сьогодні існує набір стандартів ISO/IEC 25000 SQuaRE – Systems and software Quality Requirements and Evaluation – логічно організована та уніфікована серія, що охоплює два основні процеси: специфікація вимог до якості програмного забезпечення та оцінка якості програмного забезпечення, що підтримується процесом вимірювання якості [2].

Модель якості SQuaRE

Стандарти SQuaRE включають п'ять основних розділів [1]: вимоги до якості 2503n, моделі якості 2501n, вимірювання якості 2502n, оцінка якості 2504n і управління якістю 2500n, а також розширення 25050–25099.

Стандарти ISO/IEC 25000 SQuaRE узгоджені з ISO/IEC/IEEE 15939 [3] за змістом, який визначає загальний процес і основу вимірювання систем і програмного забезпечення, а також відповідну термінологію з інженерної точки зору. Дотримуючись сучасних тенденцій ISO щодо гармонізації термінології, ISO/IEC/IEEE 15939 приймає та адаптує метрологічну термінологію, встановлену VIM [4] для стандартів програмної та системної інженерії. Наступні концепції з ISO/IEC/IEEE 15939 повністю відповідають, адаптовані або базуються на визначеннях з VIM: базова міра – заснована на визначенні «базової величини»; похідна міра – адаптована з визначення «похідної величини»; вимірювання – адаптовано; метод вимірювання – на основі визначення поняття «метод вимірювання»; процедура вимірювання – повністю відповідає; масштаб – на основі визначення «масштаб»; одиниця вимірювання – повністю відповідає.

Стандарти SQuaRE визначають моделі якості програмного забезпечення та систем, які використовуються для визначення вимог, розробки заходів та вимірювання якості.

Модель якості – це набір класів характеристик. Характеристики можна поділити на підхарактеристики, а в деяких випадках і на підпідхарактеристики. Вимірні властивості, пов’язані з якістю, називаються властивостями якості.

Властивості якості пов’язані з відповідними показниками якості.

Якість у стандартах SQuaRE описується чотирма моделями: модель якості у використанні та модель якості продукту, визначені стандартом ISO/IEC 25010, а також модель якості даних, визна-

чена ISO/IEC 25012, і модель якості IT-послуг, визначена ISO/IEC 25011.

Модель якості продукту зводить властивості якості до восьми характеристик, кожна з яких складається з ряду підхарактеристик (рис. 1) [5]. Ця модель якості продукту доповнюється моделлю якості у використанні, яка характеризує вплив продукту (системи або програмного продукту) на зацікавлених сторін. Якість у використанні визначається якістю програмного забезпечення, апаратного забезпечення, операційного середовища, а також характеристиками користувачів, задач і соціального середовища. Модель якості у використанні визначається через п’ять характеристик, пов’язаних з результатами взаємодії з системою (рис. 2) [5].

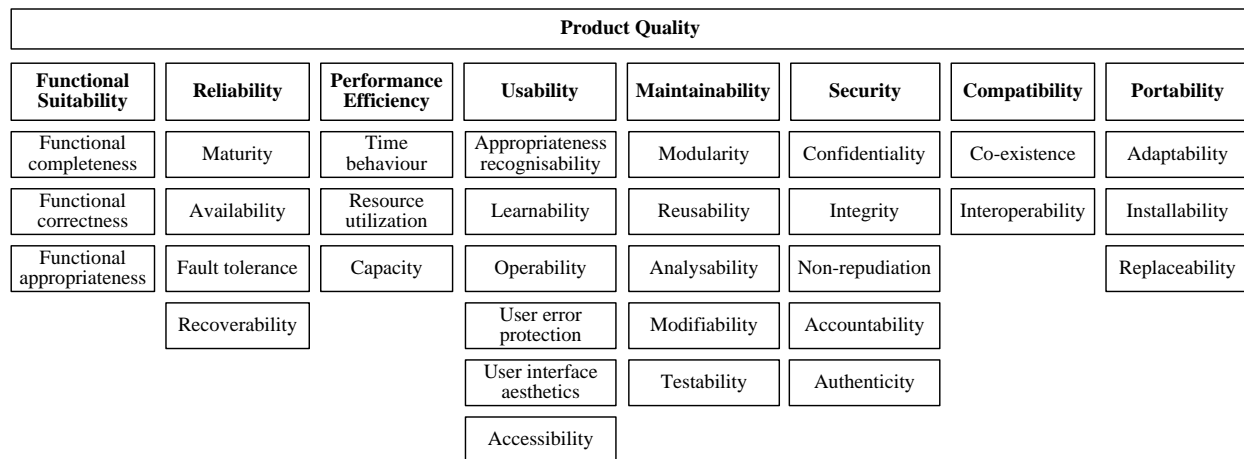


Рис. 1. Модель якості продукту

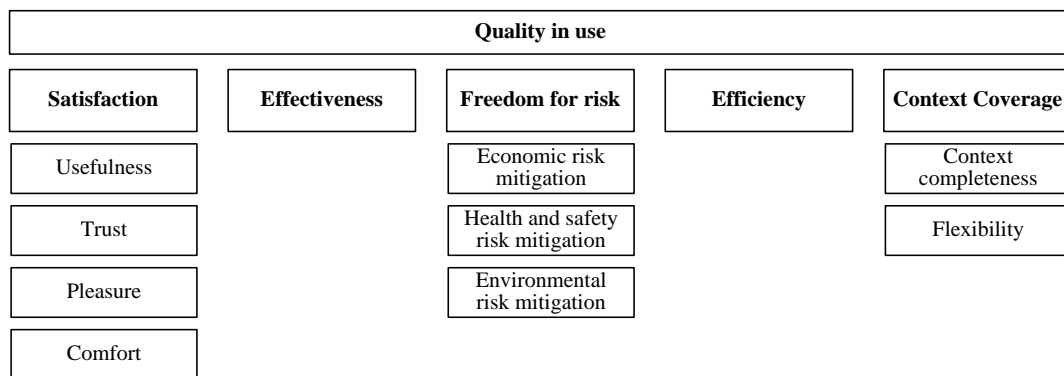


Рис. 2. Модель якості у використанні

Моделі якості продукту та якості у використанні можна використовувати для визначення вимог, генерування метрик та оцінювання якості. Визначені характеристики якості можна використовувати як контрольний список для детального вивчення вимог до якості, таким чином забезпечуючи основу для оцінки подальших зусиль і дій, необхідних у процесі розробки системи.

Розділ вимірювання якості SQuaRE

Розділ вимірювання якості (2502n) включає шість стандартів:

– ISO/IEC 25020 – структура вимірювання якості: забезпечує основу для вимірювання якості;

– ISO/IEC 25021 – елементи вимірювання якості: надає формат для визначення ЕПЯ (елементів показників якості) і кілька прикладів ЕПЯ, які можна використовувати для побудови показників якості програмного забезпечення;

– ISO/IEC 25022 – вимірювання якості у використанні: забезпечує вимірювання, включаючи пов’язані функції вимірювання для характеристик якості в моделі якості у використанні;

– ISO/IEC 25023 – вимірювання якості системи та програмного продукту: надає показники, включаючи пов’язані функції вимірювання та елементів показників якості для характеристик якості в моделі якості продукту;

– ISO/IEC 25024 – вимірювання якості даних: забезпечує вимірювання, включаючи пов'язані функції вимірювання та ЕПЯ для характеристик якості в моделі якості даних;

– ISO/IEC 25025 – вимірювання якості ІТ-послуг: надає показники для моделі якості ІТ-послуг.

Практичне використання моделі вимірювання якості SQuaRE

ISO/IEC 25020 забезпечує основу для розробки показників якості [6]. Вимірювання якості програмного забезпечення базується на двох поняттях: показник якості та елемент показника якості. Еталонна модель вимірювання якості описує зв'язок між моделлю якості та побудовою показників якості з елементів показників якості (рис. 3).

Властивості якості вимірюються за допомогою методу вимірювання. Метод вимірювання – це логі-

чна послідовність операцій, що використовується для кількісного визначення властивостей відносно конкретної шкали. Результатом застосування методу вимірювання є елементи показника якості. Характеристики та підхарактеристики якості можна кількісно визначити за допомогою функції вимірювання. Функція вимірювання – це алгоритм, який використовується для об'єднання елементів показника якості. Показники якості будуються шляхом застосування функції вимірювання до набору елементів показника якості. Результат використання функції вимірювання називається показником якості програмного забезпечення.

Таким чином, показники якості програмного забезпечення стають кількісними індикаторами якісних характеристик і підхарактеристик. Для вимірювання характеристики або підхарактеристики якості можна використовувати кілька показників якості програмного забезпечення.

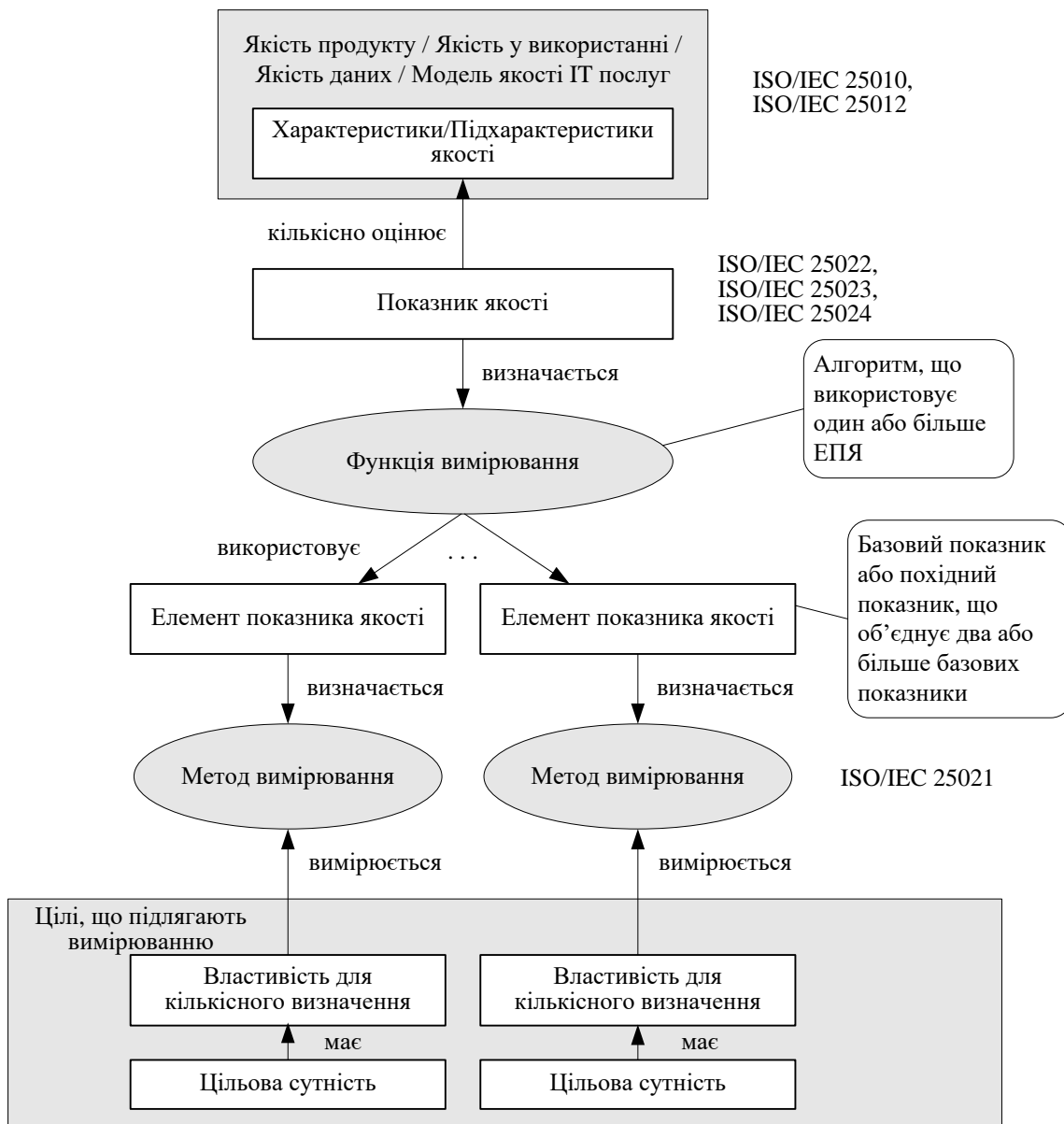


Рис. 3. Зв'язок між моделлю якості, показниками якості, елементами показників якості, властивостями для кількісного визначення, цільовими сутностями

ISO/IEC 25022 [7], ISO/IEC 25023 [8], ISO/IEC 25024 [9] надають набір показників якості для характеристик систем/програмних продуктів в моделях якості у використанні та якості продукту, визначених ISO/IEC 25010, і в моделі якості даних, визначеній ISO/IEC 25012. Ці показники якості можна використовувати для визначення вимог, вимірювання та оцінки якості системи/програмного продукту. Виходячи з задачі вимірювання, показники якості вибираються зі стандартів ISO/IEC 25022, ISO/IEC 25023, ISO/IEC 25024, щоб задовольнити потреби розробників, покупців, менеджерів, прямих і непрямих користувачів та інших зацікавлених сторін. Крім того, включаються функції вимірювання для кожного запропонованого показника якості, підсумковий розгляд використання показника якості та елементів показника якості.

Елементи показника якості представлені ISO/IEC 25021 [10].

На основі аналізу моделі якості SQuaRE та розділу вимірювання якості запропоновано алгоритм вимірювання якості програмного забезпечення:

1) визначити моделі якості за стандартами ISO/IEC 25010, ISO/IEC 25012 для ідентифікації відповідних характеристик якості програмного забезпечення;

2) вибрати показники якості для кожної характеристики якості з використанням ISO/IEC 25022, ISO/IEC 25023, ISO/IEC 25024;

3) вимірювати елементи показника якості, використовуючи методи вимірювання з стандарту ISO/IEC 25021;

4) вибрані показники якості будуються шляхом застосування функції вимірювання до елементів показника якості.

У таблиці 1 наведено приклади застосування стандартів SQuaRE для вимірювання деяких показників якості програмного забезпечення.

Таблиця 1 – Приклади застосування стандартів SQuaRE для вимірювання якості програмного забезпечення

| Характеристики / підхарактеристики якості | Показник якості. Опис | Функція вимірювання | Елемент показника якості | Метод вимірювання |
|---|---|---|------------------------------------|---|
| Функціональна повнота | Функціональне покриття. Яку частину вказаних функцій реалізовано? | $X = 1 - A / B,$ A – кількість відсутніх функцій, B – кількість передбачених функцій | Кількість доступних функцій | Перегляд та аналіз окремих функцій програмного забезпечення, доступних користувачеві для виклику та виконання, а також підрахунок кількості функцій, які не вдалося успішно використати |
| Часові характеристики | Середній час відповіді. Скільки в середньому часу потрібно системі, щоб відповісти на задачу користувача або системну задачу? | $X = \sum_{i=1}^n A_i / n,$ A_i – час, який витрачає система на відповідь на конкретну задачу користувача або системну задачу при i -му вимірюванні, n – кількість виміряних відповідей | Тривалість | Тривалість залежить від загальної кількості часу і прив'язана до Міжнародної системи одиниць (VIM) |
| Здатність до навчання | Повнота настанови користувача Яка частина функцій описана достатньо детально в документації користувача та/або в довідковому центрі, щоб користувач міг застосовувати функції? | $X = A / B,$ A – кількість функцій, описаних у документації користувача та/або довідковому центрі, якщо потрібно, B – кількість реалізованих функцій, які необхідно задокументувати | Кількість задокументованих функцій | Перегляд та аналіз окремих функцій системи/програмного забезпечення, доступних для виклику та виконання користувачем з обмеженими можливостями, а також підрахунок кількості функцій, описаних у документації користувача |
| Завершеність | Інтенсивність відмов. Яка середня кількість відмов виникає протягом визначеного періоду? | $X = A / B,$ A – кількість відмов, виявлених за час спостереження, B – тривалість спостереження | Кількість відмов | Підрахунок кількості відмов, що виникали протягом заданого часу спостереження |

Висновки

Розділ моделей якості 2501n стандартів SQuaRE описує моделі якості програмного забезпечення, які підтримують чітке визначення вимог до якості програмного забезпечення.

Характеристики в моделі якості у використанні та моделі якості продукту призначені для використання як набір у специфікації або оцінці якості програмного продукту або комп'ютерної системи. Слід зауважити, що номенклатура показників якості конкретного програмного продукту або системи, які підлягають вимірюванню, не обов'язково повинна включати весь набір характеристик/підхарактеристик відповідної моделі якості.

Ця номенклатура буде визначатися перш за все метою дослідження, важливістю чи критичністю тих чи інших характеристик/підхарактеристик для програмного забезпечення конкретного типу, призначення, умов застосування тощо.

Вимірювання якості програмного забезпечення базується на двох поняттях: показник якості та еле-

мент показника якості. Еталонна модель вимірювання якості описана в стандарті ISO/IEC 25020, який створює методологічну основу для процедури вимірювання якості програмних продуктів та систем.

Стандарти ISO/IEC 25022, ISO/IEC 25023, ISO/IEC 25024 визначають показники якості та функцію вимірювання для кожної характеристики якості моделі.

Функція вимірювання пов'язує показники якості з елементами вимірювання якості, які безпосередньо вимірюються.

Досить широкий перелік елементів показників якості містить стандарт ISO/IEC 25021.

Основними перевагами серії стандартів SQuaRE є те, що вони надають методики координації для вимірювання та оцінки якості програмних продуктів, настанови із специфікації вимог до якості програмного продукту та гармонізацію зі стандартом ISO/IEC/IEEE 15939 у формі еталонної моделі вимірювання якості.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. ISO/IEC 25000:2014 Systems and software engineering. Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE). Guide to SQuaRE.
2. Kazuhiro Esaki. Introduction of Quality Requirement and Evaluation Based on ISO/IEC SQuaRE Series of Standard. Global Perspectives on Engineering Management. May 2013, Vol. 2 Iss. 2, pp. 52-59.
3. ISO/IEC/IEEE 15939:2017 Systems and software engineering. Measurement process.
4. JCGM 200:2012. International vocabulary of metrology – Basic and general concepts and associated terms (VIM).
5. ISO/IEC 25010:2023 Systems and software engineering. Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE). Product quality models.
6. ISO/IEC 25020:2019 Systems and software engineering. Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE). Quality measurement framework.
7. ISO/IEC 25022:2016 Systems and software engineering. Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE). Measurement of quality in use.
8. ISO/IEC 25023:2016 Systems and software engineering. Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE). Measurement of system and software product quality.
9. ISO/IEC 25024:2016 Systems and software engineering. Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE). Measurement of data quality.
10. ISO/IEC 25021:2016 Systems and software engineering. Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE). Quality measure elements.

Received (Надійшла) 19.02.2024

Accepted for publication (Прийнята до друку) 24.04.2024

Software quality measurement based on SQuaRE standards

O. Zaporozhets, N. Shtefan, I. Yatsenko

Abstract. Quality is one of the factors that ensure the commercial success and safety of software use. Quality means compliance with the explicit and implicit requirements of various stakeholders. A common understanding between developers and users must be ensured, and engineers must understand the meaning of quality, the characteristics, and the importance of quality for the developed or maintained software. The basis of quality assurance is measurement. They are the main tool for managing the life cycle of software products, evaluating the implementation of plans and monitoring. To quantify quality, it is necessary to measure the characteristics of the software. Standardization involves the unification of quality requirements, its measurement and evaluation. The use of standards provides many potential benefits for any organization, especially in such key areas as measuring the quality of software products, information and measurement systems. Recognized international standardization organizations have published the ISO/IEC 25000 series of standards on requirements and quality assessment of SQuaRE systems and software, which is gaining wide practical application. The article discusses the SQuaRE series of international standards, analyzes the relationship between the quality model, quality characteristics, quality indicators and a new concept - the software quality measure element, and presents quality measurement based on these standards.

Keywords: quality, quality model, software, measurement, standard, quality measure.