

УДК 004.4

В.Яцишин

Тернопільський державний технічний університет імені Івана Пулюя

ТЕХНОЛОГІЯ ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ WEB-ЗАСТОСУВАНЬ

Резюме. Стаття присвячена розробці технології оцінювання якості web-застосувань при атестації та сертифікації програмної системи (ПС). Технологія базується на використанні концепції моделі якості стандарту ISO 9126 та процедурах оцінювання якості стандарту ISO 14598 і складається з етапів проектування вимог якості, формування критеріїв та побудови і реалізації процедур оцінювання. На основі аналізу предметної області була розроблена модель якості web-застосування, яка представляє собою трирівневу ієрархічну структуру. Запропонована технологія, дозволяє обчислити елементарний, частинний та комплексний критерії якості web-застосувань. Наявність таких критеріїв дозволить приймати обґрунтовані рішення розробникам, замовникам та користувачам web-застосувань.

Ключові слова: технологія оцінювання якості програмних систем, методи оцінювання якості, модель якості, характеристики якості, web-застосування.

V. Yatcyshyn

TECHNOLOGY OF QUALITY EVALUATION OF WEB-APPLICATION

The summary. The method of design of model quality for web was proposed in this article. As a result of use the method technology systematize the process of evaluation of characteristics, subcharacteristics and attributes. The approach of evaluation of quality based on model of quality allows to receive elementary, partial and global quality criteria of web applications. The presence of this criteria allows stakeholders to understand and to correct requirements in web application which will improve the quality of program products.

Key words: technology of evaluation of quality of software, methods of evaluation of quality, model of quality, characteristics of quality, web application

Вступ. Web-простір широко використовується в таких прикладних сферах людської діяльності як бізнес, наука і навчання, промисловість, розваги і т.д. Це привело до значного розширення web-простору і суттєвого збільшення кількості web-сайтів при зростанні їх структурної складності. Однак якість більшості web-сайтів є досить низькою, що породжено відсутністю достатньо простих та ефективних технологій оцінювання їх якості [1]. Результати такого оцінювання повинні відображати характеристики якості ПС і використовуватись як розробниками при атестації продукту, так і замовниками при придбанні ПС.

Постановка проблеми. Якість ПС є інтегральною характеристикою, яка включає широкий спектр властивостей продукту і визначає міру задоволення потреб користувача. Для формулювання потреб користувача і відображення їх на властивості ПС, та перевірки відповідності властивостей готового продукту вимогам користувача необхідно мати технологію, яка базувалася б на теоретично обґрунтованих концепціях.

Роботи по оцінюванню якості ПС ведуться досить давно і їх результати представлені в численних публікаціях. Більшість цих публікацій присвячені оцінюванню надійності ПС по двох показниках таких як щільність ймовірності помилок та ймовірність відмов [2]. В більшості сучасних публікацій ці напрямки досліджень залишаються пріоритетними [3].

Основним недоліком цих робіт є те, що в них досліджувались лиш декілька аспектів якості і при цьому використовувались не уніфіковані характеристики якості, що приводило до непорозумінь та конфліктів між замовником і розробником. І тільки з введенням в дію стандарту з якості ISO/IEC 9126 [4], в якому було визначено повний

набір характеристик та метрик якості, а також були запропоновані моделі якості почали проводитись дослідження по розробці методів та технологій оцінювання якості ПС, які не мали зазначених вище недоліків.

Мета роботи. Виходячи з наведених вище проблем, виникає необхідність реалізації науково обґрунтованого підходу щодо оцінювання якості ресурсів web-простору. Отже, мета роботи полягає у розробленні методології, яка б ґрунтувалася на методах, моделях та визначала способи адекватного відображення міри якості ПС.

Постановка задачі. Основною задачею даної роботи є побудова моделі якості ресурсів web-простору, яка разом із методами та відповідним засобом автоматизації складають технологію оцінювання якості. У даній статті для вирішення завдань з оцінювання якості ПС пропонується застосовувати технологію, яка базується на моделі якості [4]. В результаті використання запропонованої технології можна отримати рекомендації щодо покращення якості web-застосувань та представити її у вигляді кількісної міри як в цілому, так і за частинними показниками. Методологію кількісного виміру якості web-застосувань підтримує CASE-засіб, який ми розробили з метою автоматизації стадій процесу оцінювання.

1. Концепція оцінювання якості web-застосувань

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Оцінювання якості програмних систем доволі давній напрям розвитку інженерії програмного забезпечення. Незважаючи на це, для нього характерна відсутність чітко виражених та загальноприйнятих підходів щодо визначення рівня якості ПС. У роботі [5] досліджено якість систем оброблення даних на ранніх стадіях життєвого циклу. Основну увагу при цьому зосереджено на показникові надійності ПС, оскільки він є домінуючим для такого класу програмних продуктів. При цьому системно не розв'язана задача за іншими показниками якості, такими як продуктивність, зручність у використанні, супроводжуваність. Для web-застосувань важливими показниками якості є практично усі характеристики, які наведено у стандарті ISO 9126-1. У роботі [6] запропоновано використання моделі [4] для сертифікації критичних систем, зокрема систем контролю польотів. Даний підхід орієнтований саме на сертифікацію програмного забезпечення, а не на оцінювання якості. Крім того, модель якості, що побудована у [6] дозволяє відображати лише рівень якості критичних систем і не задовольняє за рядом критеріїв інші класи ПС. Підходи щодо оцінювання якості програмного забезпечення описано в [7-9]. Вони базуються на методології, притаманній процесам тестування та верифікації ПС. Тому важливим є розроблення методології, яка б дозволяла об'єктивно визначати рівень якості ПС, зокрема web-застосувань, і володіла засобами перевірки показників якості, заявленими у супроводжувальній документації. Зважаючи на ці фактори, концепцію оцінювання якості web-застосувань запропоновано виконувати на базі моделі якості [4]. Для забезпечення об'єктивності та обґрунтованості цього підходу розглянемо етапи процесу оцінювання якості для ресурсів web-простору.

1.1 Процес оцінювання якості web-застосувань

Для визначення якості web-застосувань, процес оцінювання пропонуємо розглядати в контексті проектування та реалізації. Процес проектування, як складова загального процесу оцінювання якості, є його теоретичною основою і містить побудову специфікації вимог якості, вибір метрик і визначення критеріїв оцінювання, а також побудову моделі для об'єднання елементарних критеріїв. На рисунку 1 зображено

процес проектування із зазначенням етапів, основних вхідних, проміжних і вихідних даних.

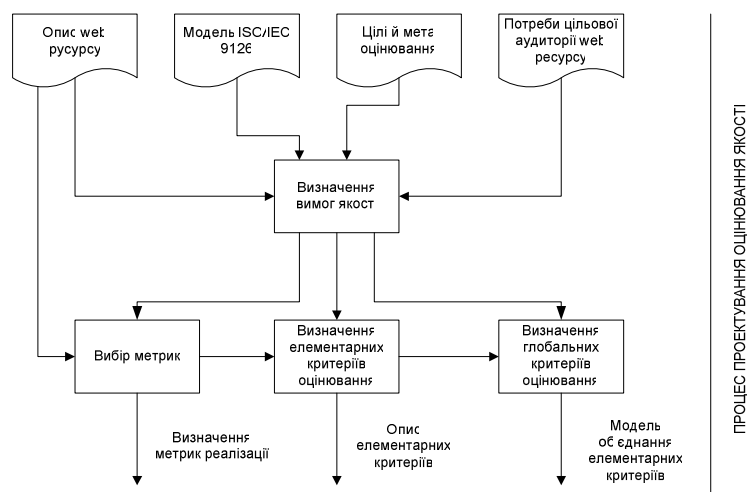


Рис.1. Процес проектування як складова процесу оцінювання якості web-застосувань

Етап визначення вимог якості відображає потреби цільової аудиторії web-ресурсу, враховує критерії базової моделі якості [4] й мету оцінювання. Тому особливості предметного середовища, характеристики, підхарактеристики моделі якості, потреби цільового користувача повинні бути відображені у дереві вимог якості. Для спроектованих вимог якості необхідно задати атрибути і метрики й поставити у відповідність елементарні критерії оцінювання. Сукупність елементарних критеріїв, що характеризують одну і ту ж сутність, становлять частинні або глобальні критерії якості web-застосувань. Виходячи з наведеного представлення процесу проектування, отримано модель якості, на базі якої проводиться процес реалізації оцінювання якості.

Процес реалізації оцінювання якості web-застосувань містить три фази: вимірювання показників реалізації web-ресурсу, елементарне оцінювання та частинне або загальне оцінювання web-ресурсу. На рисунку 2 зображено взаємозв'язок між цими етапами, проміжні та вихідні дані процесу реалізації оцінювання.

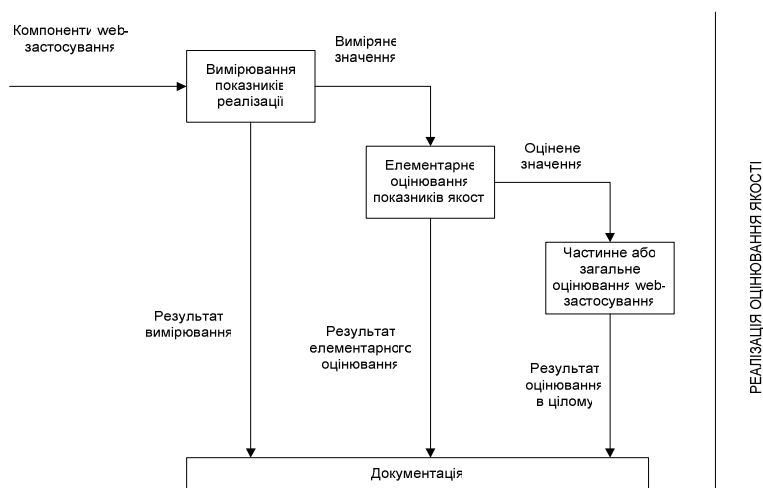


Рис. 2. Процес реалізації оцінювання якості web-застосувань

Вимірювання показників якості реалізованого web-застосування здійснюють на основі атрибутів, визначених у процесі проектування. Способи та методи вимірювання значень показників можна проводити автоматизованим шляхом або ж отримувати

вручну. Це залежить від типу атрибута, метрики та наявних ресурсів, якими володіють експерти з оцінювання якості.

Вимірне значення атрибута не дозволяє визначити рівень задоволення вимог якості. У зв'язку з цим запропоновано здійснювати відображення метрик атрибутів на шкалу, ранжовану згідно з визначеними ступенями задоволення вимог якості. Дану процедуру здійснюють на етапі елементарного оцінювання показників якості (рис. 2.)

Для того, щоб отримати комплексну оцінку якості web-застосування за визначеними характеристиками моделі [4] або за сукупністю цих характеристик, необхідно враховувати вагу кожного атрибута якості. Цей процес відбувається на етапі частинного або загального оцінювання якості.

Виходячи з етапів процесу оцінювання якості web-застосувань, в якому враховано аспекти теоретичного (процес проектування) та прикладного (процес реалізації) спрямування, можна виділити чотири основних фази:

- визначення та специфікація вимог якості;
- локальне оцінювання;
- комплексне оцінювання;
- висновки та рекомендації.

У статті [10] вимоги до ПС формують у термінах стандарту ISO/IEC 9126, що являє собою структуроване ієрархічне дерево. Враховуючи, що специфікація вимог якості побудована на етапі аналізу вимог життєвого циклу розробки ПС, запропоновано прямо використовувати її при оцінюванні якості web-застосувань.

Оскільки завдання визначення та специфікації вимог якості вирішено у [10], зупинимося детальніше на трьох інших фазах.

1.2 Фаза локального оцінювання якості атрибута

Фаза локального оцінювання якості web-застосувань включає кількісне вимірювання значення реалізації вимоги якості та визначення ступеня її задоволення. Для будь-якої вимірної властивості A_i з дерева вимог можна приєднати змінну X_i , яка дозволить отримати кількісне значення з прямої чи непрямої метрики. Але це значення не відображає рівня задоволення вимог якості. Отже, необхідно задати деяку елементарну функцію, яка б виражала саме ступінь задоволення вимог і дозволяла оперувати значенням міри її якості. Залежно від типу та інтерпретації вимоги, для кожної з них задається своя елементарна функція.

Для прикладу, наведемо атрибут, який відповідає за підрахунок зв'язків до ізольованих або відсутніх сторінок web-сайту. Виходячи з призначення атрибута, можливе застосування такої непрямої метрики:

$$X = \frac{\text{Кількість пошкоджених посилань}}{\text{Загальна кількість посилань на сайті}} \quad (1)$$

У результаті обчислення отримаємо деяке кількісне значення якості атрибута. При цьому виникає проблема з інтерпретацією та ступенем задоволення відповідної вимоги якості. Для вирішення цього питання запропоновано використати елементарну функцію:

$$g(X) = \begin{cases} 1, & \text{якщо } X = 0; \\ \frac{X_{\max} - X}{X_{\max}}, & \text{якщо } 0 \leq X \leq X_{\max}; \\ 0, & \text{якщо } X \geq X_{\max}. \end{cases} \quad (2)$$

де $g(X)$ – елементарна функція для визначення оцінки;

X – метрика атрибута якості;

X_{\max} – погоджена верхня границя, що характеризує допустимість задоволеності вимоги якості;

Отже, використання елементарних функцій дозволяє у відсотковому відношенні інтерпретувати якість задоволення вимог відповідних атрибутів. При цьому, згідно з [9], шкали та метрики нормуються. Для забезпечення об'єктивності процесу оцінювання, шкала ранжується на три рівні прийнятності:

- 0 – 39% – незадовільний рівень;
- 40% – 59% – граничний рівень;
- 60% – 100% – задовільний рівень.

Крім того, при визначенні якості атрибута можна використовувати коефіцієнт прийнятності, тоді оцінку можна обчислити за формулою

$$q(X) = g(X) \cdot A \quad (3)$$

де $q(X)$ – локальний показник якості;

A – коефіцієнт прийнятності, визначений для деякого атрибута в результаті експертного аналізу.

Коефіцієнт прийнятності A виражає якість, доцільність, зручність досліджуваного атрибута з точки зору учасників експертного оцінювання. Діапазон значень, які може приймати показник знаходиться в інтервалі від 0 до 1. Ранжування шкали при цьому аналогічне до рівнів прийнятності, які використовують при оцінюванні якості без показника прийнятності.

1.3 Фаза комплексного оцінювання якості web-застосування

Фазі комплексного оцінювання якості web-застосування характерна реалізація агрегатної схеми, яка об'єднує усі показники якості, визначені на попередній фазі. У процесі проектування оцінювання якості web-застосувань запропоновано використовувати моделі оцінювання та сполучні критерії. Це дає нам змогу зробити даний процес більш зрозумілим, точним та структурованим.

Моделі, які використовують при оцінюванні якості ПС, зокрема, на основі рекомендацій [4], можна поділити на дві категорії. До першої належать моделі, які базуються на лінійних адитивних моделях [12], до другої – ті, що використовують нелінійні багатокритеріальні моделі [13]. При використанні як одних, так інших моделей, важливість показників якості залежатиме від вагових множників.

Припустимо, що процедура комплексного оцінювання якості, використовує лінійну адитивну модель. Тоді визначити частинну або загальну якість web-застосування можна, використовуючи інтегральний показник. Інтегральний показник якості обчислюємо за формулою:

$$Q = \sum_{i=1}^N q_i(X) \cdot k_i \quad (4)$$

де Q – інтегральна оцінка якості;

k_i – ваговий коефіцієнт;

N – кількість атрибутів.

Отже, інтегральна оцінка якості програмного продукту являє собою суму частинних показників якості окремих атрибутів якості визначених у моделі якості програмного продукту, помножених відповідно на вагові коефіцієнти атрибутів.

Ваговий коефіцієнт k – це коефіцієнт, що вказує на важливість окремо взятого атрибута в побудованій моделі якості залежно від області застосування. Ранжування ваги атрибутів для конкретної предметної області відбувається шляхом визначення саме вагового коефіцієнту. З метою зниження впливу суб'єктивних факторів і надання множини оптимальних рішень, при визначенні вагових коефіцієнтів, запропоновано використати метод попарних порівнянь [14]. Даний метод надає можливість вибору альтернативних рішень із множини варіантів і здатний забезпечити той рівень якості, якого потребує замовник. Суть методу попарних порівнянь ґрунтується на побудові матриць попарних порівнянь атрибутів і встановлення експертним шляхом коефіцієнтів відношення між атрибутами. Для прикладу, наведемо матрицю попарних порівнянь

деяких конфліктних атрибутів моделі якості web-застосувань. Матрицю попарних порівнянь наведено у таблиці 1.

Таблиця 1

Матриця попарних порівнянь

Атрибути	Однорідність стільового оформлення сторінок сайту	Зрозумілість загальної структури сайту	Наявність системи керування інформаційним наповненням сайту (CMS)	Захищеність ресурсів web-сайту	Відповідність стилів та коду вимогам W3C	Наявність сторінок на стадії розробки	Підтримка war-версії сайту	Зручність роботи з сайтом при відключенні зображень у браузері
Однорідність стільового оформлення сторінок сайту	1	8	4	1	10	2	2	8
Зрозумілість загальної структури сайту	0,125	1	9	4	3	10	1	10
Наявність системи керування інформаційним наповненням сайту (CMS)	0,25	0,11	1	10	5	2	5	7
Захищеність ресурсів web-сайту	1	0,25	0,1	1	2	8	7	1
Відповідність стилів та коду вимогам W3C	0,1	0,5	0,2	0,5	1	5	8	7
Наявність сторінок на стадії розробки	0,5	0,1	0,5	0,125	0,2	1	6	4
Підтримка war-версії сайту	0,5	1	0,2	0,143	0,125	0,167	1	5
Зручність роботи з сайтом при відключенні зображень у браузері	0,125	0,1	0,143	1	0,143	0,25	0,2	1

Заголовками матриці попарних порівнянь по вертикалі і по горизонталі виступають атрибути моделі якості [4]. Кількість стрічок і стовпців такої матриці однакова. Елементи матриці формуємо таким чином:

$$w_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{якщо } i = j; \\ \alpha_{ij}, & \text{якщо } i < j; \\ \frac{1}{\alpha_{ji}}, & \text{якщо } i > j. \end{cases} \quad (5)$$

де w_{ij} - показник ваги атрибута, $i = 1..N$, $j = 1..N$;

N – кількість атрибутів;

α_{ij} – показник ваги попарного порівняння атрибутів, встановлений експертним шляхом.

Виходячи з (5), матриця попарних порівнянь складається з показників, які визначені експертами і розташовані вище головної діагоналі матриці. Значення елементів матриці, які містяться на головній діагоналі рівна 1. Всі показники ваги, розміщені під головною діагоналлю матриці, становлять власні значення матриці.

Застосовуючи методи статистичної обробки до матриць попарних порівнянь, визначаємо вагу кожного атрибута в моделі якості. Оскільки, шкала попарного порівняння атрибутів при експертному оцінюванні встановлена в діапазоні від 1 до 10, а загальний показники якості web-застосувань приймає значення від 0 до 1 (0%-100%), то для узгодження результатів оцінювання застосовується оператор перетворення шкали.

Обрана модель і процес об'єднання результатів оцінювання відображає ієрархічну структуру, тобто дерево нефункціональних вимог. Процес об'єднання результатів оцінювання проходить знизу вгору, що дозволяє отримати інформацію про міру задоволення вимог по окремих атрибутах, їх сукупності й на найвищому рівні загальну якість web-застосування.

1.4. Фаза формування висновків та рекомендацій

На цій фазі відбувається документування компонентів web-застосування, здійснюється специфікація вимог якості, атрибутів, фіксація локальних, частинних показників якості та результати комплексного оцінювання якості. Формування висновків та рекомендацій щодо покращення якості web-застосування здійснюють шляхом аналізу сильних і слабких сторін оціненого продукту. Аналіз проводять згідно з пріоритетами, які визначено користувачами, тобто, точка зору користувача є визначальною при оцінюванні якості. Рекомендації щодо покращення якості web-застосувань також відображають потреби цільової аудиторії.

2. Модель якості web-застосувань

При побудові моделі якості для ресурсів Web простору проаналізовано вимоги до цього класу програмного забезпечення, а також особливості області застосування. В результаті проведеного аналізу визначено основні властивості web-застосувань, які відображають неекономічні критерії ефективності. Такі неекономічні критерії, згідно [15] можна поділити на категорії:

- технічні, що враховують швидкодію, оптимізацію мережевого трафіку, вимоги до апаратних ресурсів, надійність, безпеку й ефективність технічної підтримки;
- естетичні та художні;
- психологічні;
- системні (відвідуваність сайту, рейтинг сайту, Link Popularity та ін.).

При такій класифікації неекономічних критеріїв важко оцінювати якість ПЗ. По-перше це стосується системного аспекту визначення вимог та атрибутів якості web-застосувань. По-друге, у [15] не наведено метрик згідно з якими проводять оцінювання якості ПЗ. По-третє, не ранжовано критеріїв за рівнями якості і не вирішено питання конфліктності атрибутів. Виходячи з проведеного аналізу можна зробити висновок про те, що використання підходу [15] не дозволяє адекватно визначити якість web-застосувань, оскільки критерії оцінювання не систематизовані і не уніфіковані. Для забезпечення системності критеріїв оцінювання, запропоновано означити якість ПЗ у вигляді трьох взаємопов'язаних складових: якість у використанні, зовнішня якість, внутрішня якість. Залежності між зовнішньою, внутрішньою та якістю у використанні, наведено у стандарті ISO 9126 1-4.

Для розробки ефективних web-застосунків необхідно враховувати критерії усіх наведених вище складових якості та розв'язати задачу оптимізації, оскільки ряд критеріїв є суб'єктивними, конфліктними та суперечать один одному. У запропонованій технології це питання розв'язують, використовуючи моделі [4] та вагові множники, які враховують важливість кожного з них. При побудові моделі якості ресурсів web-простору було враховано неекономічні критерії та критерії, які характерні практично для всіх типів web-застосунків.

Узагальнену модель якості, яка враховує атрибути предметної області та їх класифікацію за відповідними характеристиками [4], представлено у вигляді специфікації в таблиці 2. Дана модель систематизує критерії якості web-застосунків шляхом структуризації та встановлення ієрархічної залежності між її елементами. Використавши запропоновані процеси проектування та реалізації при оцінюванні якості ПС, для кожного атрибута визначено елементарну функцію, яка визначає міру задоволення тієї чи іншої вимоги замовника.

Таблиця 2 – Модель якості web-застосунків

<p>1. Функціональність</p> <p>1.1. навігація та перегляд інформації</p> <p>1.1.1. головна навігація (головне меню)</p> <p>1.1.2. контекстне меню</p> <p>1.2. пошук та отримання інформації</p> <p>1.2.1. глобальний пошук</p> <p>1.2.2. тематичний пошук</p> <p>1.3. керування інформаційним наповненням</p> <p>1.3.1. редагування інформації про співробітників кафедри</p> <p>1.3.2. редагування інформації про наукову діяльність кафедри</p> <p>1.3.3. редагування сторінок та розділів сайту</p> <p>1.3.4. редагування головного меню</p> <p>1.3.5. редагування контекстного меню</p> <p>1.3.6. редагування стилів</p> <p>1.4. точність</p> <p>1.4.1. точність подання інформації</p> <p>1.5. захищеність</p> <p>1.5.1. захищеність доступу до системи керування інформаційним наповненням</p> <p>1.5.2. захищеність доступу до сховища даних</p> <p>1.5.3. захищеність доступу до веб-сервера</p> <p>2. Надійність</p> <p>2.1. завершеність</p> <p>2.1.1. кількість ізольованих сторінок</p> <p>2.1.2. відсоток ізольованих сторінок</p> <p>2.1.3. кількість ушкоджених посилань (неіснуючих, недоступних)</p> <p>2.1.4. відсоток ушкоджених посилань (неіснуючих, недоступних)</p> <p>2.1.5. невідповідності і неточності в різних Web-браузерах</p> <p>2.1.6. наявність сторінок на</p>	<p>стадії розробки</p> <p>2.1.7. наявність орфографічних та пунктуаційних помилок</p> <p>2.2. стійкість до відмов</p> <p>2.2.1. наявність помилок при виконанні</p> <p>2.2.2. наробіток на відмову</p> <p>2.3. здатність до відновлення</p> <p>2.3.1. відновлення працездатності після збою</p> <p>2.4. узгодженість (відповідність стандартам)</p> <p>2.4.1. відповідність коду вимогам W3C</p> <p>2.4.2. відповідність стилів CSS вимогам W3C</p> <p>3. Зручність використання (практичність)</p> <p>3.1. Зрозумілість</p> <p>3.1.1. зрозумілість загальної структури сайту</p> <p>3.1.2. карта сайту</p> <p>3.2. зручність навчання</p> <p>3.2.1. наявність та якість довідки та підтримки загальної</p> <p>3.2.2. наявність та якість довідки та підтримки тематичної</p> <p>3.2.3. питання, що часто задають</p> <p>3.2.4. віртуальний тур</p> <p>3.3. зручність роботи</p> <p>3.3.1. мітка поточної позиції</p> <p>3.3.2. зручність і наочність навігації</p> <p>3.3.3. зручність та наочність подання інформації при різних розмірах екрану</p> <p>3.4. зворотний зв'язок</p> <p>3.4.1. гостьова книга</p> <p>3.4.2. опитування</p> <p>3.4.3. форум</p> <p>3.4.4. коментарі та пропозиції</p> <p>3.5. привабливість (інтерфейс та естетичні особливості)</p> <p>3.5.1. однорідність стильового оформлення</p> <p>3.5.2. групування головних елементів управління</p> <p>3.5.3. однорідність кольорового оформлення посилань</p> <p>3.5.4. сталість елементів</p>	<p>керування</p> <p>3.5.5. підтримка різних мов</p> <p>4. Продуктивність (ефективність)</p> <p>4.1. часова ефективність</p> <p>4.1.1. швидкість завантаження (розмір) статичних і динамічних сторінок</p> <p>4.1.2. час відгуку (виконання запитів)</p> <p>4.2. доступність</p> <p>4.2.1. зручність при відключенні зображень у браузері</p> <p>4.2.2. заголовки в зображеннях</p> <p>4.2.3. спливаючі підказки</p> <p>4.2.4. підтримка WAP-версії сайту</p> <p>4.3. ефективність використання ресурсів</p> <p>4.3.1. використання оперативної пам'яті</p> <p>4.3.2. використання дискового простору</p> <p>5. Зручність супроводу</p> <p>5.1. Аналізованість</p> <p>5.1.1. ведення лог-файлів</p> <p>5.1.2. ведення інших інформаційних протоколів та журналів</p> <p>5.1.3. зручність читання лог-файлів</p> <p>5.1.4. інформативність повідомлень, що виводяться при збої</p> <p>5.2. зручність внесення змін</p> <p>5.2.1. зручність зміни бізнес-логіки</p> <p>5.2.2. зручність реструктуризації моделі даних та зміни СКБД</p> <p>5.2.3. зручність перезавантаження</p> <p>5.3. стабільність</p> <p>5.3.1. програмна обробка помилок</p> <p>5.3.2. збереження працездатності після відмови при внесенні змін</p> <p>5.4. тестованість</p> <p>5.4.1. тестованість модулів</p> <p>5.4.2. тестованість web-інтерфейсу</p>
---	--	--

6. Переносимість

6.1. Адаптованість

6.1.1. зручність та простота
переносу програмної системи в
інше оточення

6.2. зручність установки

6.2.1. складність розгортання
програмної системи (на різних
платформах)

6.2.2. складність запуску

6.2.3. складність зупинки

6.3. здатність до співіснування

6.3.1. співіснування з іншими
сайтами (веб-серверами, СКБД)

Результати дослідження. Побудована модель якості є основою для проведення оцінювання якості web-застосувань. Її можна використовувати для оцінювання будь-якого типу ресурсів web-простору з незначною корекцією атрибутів, які належать до характеристики «функціональність» і зміною вагових коефіцієнтів, в залежності від предметного середовища та призначення web-застосування. Модель якості безпосередньо використовується на етапі формулювання вимог до web-застосувань, що сприяє скороченню часових ресурсів на проведення процедури з оцінювання якості. Крім того, при розробці web-застосувань на основі технології з компонентами, які повторно використовуються можна застосовувати модель якості на етапі аналізу вимог життєвого циклу розробки ПС.

Висновки. У даній статті запропоновано технологію оцінювання якості для web-застосувань. Використовуючи концепцію, що базується на моделі якості [4], можна отримати інформацію про якість web-застосування, як на ранніх стадіях його розробки так і на фазі введення програмного продукту в експлуатацію. З допомогою запропонованої методології можна виявити відсутність атрибутів, підхарактеристик або недостатню міру їх задоволення. Крім того, побудовану модель якості можна повторно використати при оцінюванні якості різного класу web-застосувань із мінімальними змінами. До таких змін належать зміни атрибутів, що характеризують конкретне предметне середовище та функціональність майбутнього програмного продукту. Маючи локальні, частинні та комплексні результати з оцінювання якості web-застосувань можна надати рекомендації щодо покращення якості web-ресурсу.

З огляду на підходи, які використовують для оцінювання якості, дана концепція є найоб'єктивніша, оскільки є науково-обгрунтованою та уніфікованою (відповідає стандарту з оцінювання якості). До переваг даного підходу можна віднести те, що результати оцінювання якості добре структуровані, зручні у використанні та зрозумілі, а методологія забезпечує достовірність міри задоволення вимог якості.

Література

1. Murugesan, S.; Deshpande, Y.; Hansen, S.; Ginige, A Web Engineering: A New Discipline for Development of Web-based Systems: Proceed. of ICSE (Int'l Conference on Software Engineering) Workshop on Web Engineering, Los Angeles, US, ., 1999, pp. 1-9.
2. Основы инженерии качества программных систем / [Андон Ф.И., Коваль Г.И., Коротун Т.М., Сулов В.Ю.] – К.: Академперіодика, 2002 – с. 504.
3. TIAN J. Software quality engineering./J. TIAN//John Willey, New Jersey, 2005 – 408p.
4. ISO/IEC 9126-1:2001, Software engineering – Product quality – Part 1: Quality model
5. Коваль Г.І. Підхід до керування надійністю та якістю програмних систем / Г.І. Коваль // Проблеми програмування. – 2007. – № 2. – С. 56 – 68.
6. Райчев І.Е. Проблеми оцінювання якості критичних програмних систем при їх сертифікації/ І.Е. Райчев , О.Г. Харченко // Проблеми програмування. –2004. –№2-3. – С.198–207.
7. Брауде Е. Технология разработки программного обеспечения / Е. Брауде. – СПб.: Питер, 2004. – 655 с.
8. Основы инженерии качества программных систем / [Андон Ф.И., Коваль Г.И., Коротун Т.М., Сулов В.Ю.] – К.: Академперіодика, 2002 – с. 504.
9. Бабенко Л.П. Основы програмної інженерії: Навч. посіб./ Л.П. Бабенко , К.М. Лавріщева – К.: Т-во "Знання", КОО, 2001 – с. 269.
10. Харченко О. Розробка та керування вимогами до програмного забезпечення на основі моделі якості / О.Харченко, В. Яцишин // Вісник ТДТУ – 2009. Том 14. №1. – ст. 201-207
11. Gilb T. Software Metrics, Chartwell-Bratt, Cambridge, MA, - 1976. – pp. 25 – 54 .
12. Zuse H. A Framework of Software Measurement, Walter de Gruyter, Berlin-NY – 1996, pp. – 105 – 136
13. Dujmovic, J.J. A Method for Evaluation and Selection of Complex Hardware and Software Systems// The 22nd Int'l Conference for the Resource Management and Performance Evaluation of Enterprise CS. CMG 96 Proceedings, Vol. 1 – 1996 , pp. 368-378.
14. Подиновский В.В. Введение в теорию важности критериев в многокритериальных задач принятия решений/ В.В. Подиновский – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007. – 64 с.
15. Пелецишин А.М. Методи побудови ефективних WWW-систем/А.М. Пелецишин // Вісник Національного університету "Львівська політехніка": Інформаційні системи та мережі.- №464.- 2002.- С.240-255.

Одержано 10.11.2009р.