А.Ю. Берко *(Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів, Україна)*
К.А. Алексеєва (*Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів, Україна)*

ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ ІНФОРМАЦІЙНИХ РЕСУРСІВ У WEB-ПРОЕКТАХ*

У статті розглянуто особливості формування інформаційного ресурсу у web-проектах. Розроблено набір функціональних і нефункціональних вимог до якості даних. Описано методику експертного оцінювання якості даних, яка ґрунтується на застосуванні логіки антонімів.

Ключові слова: *web-проект, інформаційний ресурс, якість даних, експертне оцінювання, логіка антонімів.*
Форм. 3. Рис. 2. Літ. 16.

А.Ю. Берко *(Национальный университет «Львовская политехника», г. Львов, Украина)*
К.А. Алексеева *(Национальный университет «Львовская политехника», г. Львов, Украина)*

ОЦЕНИВАНИЕ КАЧЕСТВА ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ В WEB-ПРОЕКТАХ

В статье рассмотрены особенности формирования информационного ресурса в web-проектах. Разработан набор функциональных и нефункциональных требований к качеству данных. Описана методика экспертного оценивания качества данных, базирующаяся на использовании логики антонимов.

Ключевые слова: *web-проект, информационный ресурс, качество данных, экспертное оценивание, логика антонимов.*

A.Y. Berko *(National University "Lviv Polytechnics", Lviv, Ukraine)*
K.A. Aliekseyeva *(National University "Lviv Polytechnics", Lviv, Ukraine)*

QUALITY EVALUATION OF INFORMATION RESOURCES IN WEB-PROJECTS

The article considers the peculiarities of information resources formation in web-projects. A set of functional and non-functional requirements to the quality of data is developed. Methodics for expert evaluation of data quality based on application of the logic of antonyms is described.

Keywords: *web-project; information resource; data quality; expert evaluation; logic of antonyms.*

Постановка проблеми. Проблема якості сьогодні є однією з ключових у розробленні та впровадженні ІТ-проектів різного спрямування. Основною метою процесів оцінювання якісних показників проекту є підтвердження коректності його виконання та здатності всіх розроблених компонентів до виконання визначених для них функцій [7]. Від цього безпосередньо залежать подальші перспективи використання розроблених у межах проекту засобів та ефективність їх подальшого застосування. Сьогодні значну кількість ІТ-проектів виконують на основі принципів і засобів "World Wide Web". Таку катего-

* статтю підготовлено на основі доповіді на XI-му міжнародному науковому семінарі «Сучасні проблеми інформатики в управлінні, економіці, освіті та екології» (2–7 липня 2012 р., Київ – оз. Світязь).

© *А.Ю. Берко, К.А. Алексеєва, 2012*

рію проектів називають web-проектами. Результатом виконання web-проекту є відкрита інформаційна система, компоненти якої реалізовано із застосуванням web-технологій. Особливістю таких розробок є використання типових стандартизованих вирішень та уніфікованих програмних платформ і бібліотек для побудови програмного забезпечення [7]. В такому випадку основною складовою проекту, яка значною мірою визначає його якісні параметри, є інформаційний ресурс. Інформаційний ресурс утворюють всі види даних (функціональні, службові, нормативні, метадані тощо), які є об'єктом дій активних компонент інформаційної системи [7]. Тому якість даних, їхня коректність, зміст, повнота, цілісність і функціональність визначають експлуатаційні та споживацькі можливості результатів виконання web-проекту.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Характерною собливістю web-проектів є значний вплив інформаційного ресурсу на якісні та експлуатаційні показники результатів проектування. Тому проблема оцінювання якості проекту передбачає насамперед оцінювання якості даних, які забезпечують подальше ефективне функціонування розроблених засобів. Основні принципи, стандарти та підходи до формування й оцінювання ресурсів даних у web-системах описано, зокрема, у [7]. Аналіз і дослідження проблеми якості і ресурсів даних в інформаційних системах, а також загальні принципи та методи її оцінювання описано у працях М. Когаловського [7], В. Ліпаєва [8; 9], У. МакНайта [13]. Практичні рекомендації щодо управління якістю даних викладено у низці стандартів ISO/IEC [6; 16] та корпоративних нормативних документах таких фірм, як IBM [12], "DataFlux" [11; 14], "Melissadata" [15] тощо.

Оскільки більшість показників якості даних не є фізичними величинами, які можна виміряти технічними засобами, основним методом у таких процесах є метод експертного оцінювання. Згідно з вимогами "Rational Unified Process" [12], які регламентують порядок виконання, зокрема, web-проектів, усі оцінки повинні мати кількісне подання, що вимагає перетворення результатів якісних експертних оцінювань у числові значення. Визнаним методом таких перетворень є нечітка логіка Л. Заде [5]. Однак процедури переходу від числових до якісних величин (фаззифікація) та зворотні дії (дефаззифікація) [5] ґрунтуються на використанні функції належності. Її побудова часто потребує додаткових дій і даних, які не завжди є у наявності в межах web-проекту. Простішим способом перетворення якісних величин у числові є логіка антонімів, розроблена Я. Голотою [3]. Як і в нечіткій логіці, у логіці антонімів використовують лінгвістичні змінні і відповідні їм числові значення. Але такі змінні формують у виді антонімічних пар, наприклад «багато – мало», «великий – малий» тощо. У працях Я. Голоти [3; 4], В. Тисенко [4], Д. Фалькова [4] викладено теоретичні та практичні аспекти логіко-антонімічного підходу до формування експертних оцінок і загальні принципи якісного оцінювання об'єктів та процесів. У статті О. Алькана хта показано можливості застосування такого підходу для рейтингового оцінювання привабливості інвестиційних проектів [1].

Аналіз проблематики експертного оцінювання якості та відомих підходів до розв'язання таких задач показав потребу та можливості розроблення методів і засобів визначення якості інформаційного ресурсу у web-проектах на основі застосування логіки антонімів.

Невирішені частини проблеми. Основну увагу у процесах визначення якості результатів виконання IT і web-проектів до недавнього часу було зосереджено на питаннях якості програмного забезпечення. Цьому напряму присвячено низку досліджень, розробок, нормативів і стандартів. Однак роль інформаційного ресурсу у сучасних інформаційних системах є не менш важливою, ніж роль програмного забезпечення. При цьому, проблематика визначення й оцінювання якості даних залишається недостатньо вивченою, а процеси підтримання якості не забезпечено відповідними науково обґрунтованими методиками і нормативними документами.

Метою дослідження є розроблення системи вимог до якості даних у web-проектах і методики експертного оцінювання якості на основі відповідності між характеристиками інформаційного ресурсу та визначеними проектними вимогами.

Основні результати дослідження. У виконанні web-проектів якість визначають як міру відповідності між властивостями результатів проектування та набором попередньо сформульованих вимог [2]. Оскільки інформаційний ресурс у web-проектах є функціональною складовою, то для визначення його якості застосовано два види вимог [2], які регламентують:

1. Коректність побудови інформаційного ресурсу (нефункціональні).
2. Виконання даними покладених на них завдань (функціональні).

Для визначення набору нефункціональних вимог обрано схему вимірів якості даних "Data Quality Service Level Agreement" (DQ SLA), розроблену корпорацією "DataFlux" [11; 14]. Ця схема передбачає використання таких показників якості даних:

- точність (accuracy) – рівень відповідності значень даних реальним значенням з предметної сфери даних;
- повнота (completeness) – присвоєння значень одиниць даних;
- актуальність (currency) – відповідність значень даних стану сутностей у реальному часі;
- припустимість (reasonability) – визначає можливість чи неможливість застосування значень даних у відповідному контексті;
- структурна узгодженість (structural consistency) – можливість використання значень даних у поєднанні з іншими;
- ідентифікованість (identifiability) – можливість однозначного адресування одиниць і груп даних.

Набір функціональних вимог до якості інформаційного ресурсу ґрунтується на засадах стандарту якості програмних систем ГОСТ Р ИСО/МЭК 9126-93 [6] та ISO 9126 [16]. Базові положення цих нормативів достатньо адекватно можна адаптувати для визначення якісних показників даних, зокрема, інформаційного ресурсу web-систем. Можливість цього обґрунтовують такі чинники:

- у преамбулі стандарту ГОСТ Р ИСО/МЭК 9126-93 вказано, що характеристики якості, визначені стандартом, може бути застосовано до «програм і *даних*, які входять до складу програмно-технічних засобів» [6];
- у процесах функціонування інформаційних систем застосування програмного забезпечення нерозривно пов'язують з даними, тому показники та

властивості даних і програмних одиниць, які їх опрацьовують, доцільно розглядати у поєднанні й узгодженні;

- визначення і термінологія характеристик якості, які використовує стандарт, є достатньо загальними й універсальними, що дає змогу поширити їх застосування на задачі оцінювання даних;

- оскільки інших стандартів, придатних для оцінювання якості даних не існує, практика застосування принципів стандарту ГОСТ Р ИСО/МЭК 9126-93 [6] та ISO 9126 [16] є достатньо поширеною і випробуваною.

До набору функціональних вимог до якості інформаційного ресурсу входять такі:

- функціональність (functionality) – відповідність функціональних можливостей даних потребам користувачів;

- надійність (reliability) – здатність даних зберігати відповідний рівень показників якості протягом визначеного часового періоду;

- експлуатаційна придатність (usability) – можливості застосування даних користувачами системи та їх індивідуальні оцінки;

- ефективність (efficiency) – співвідношення між рівнем продуктивності даних та затратами на їх використання;

- супроводжуваність (maintainability) – характеризує обсяги дій щодо модифікації та розвитку даних;

- мобільність (portability) – здатність до переміщення з одного середовища до іншого.

Часто у виконанні web-проектів кожну із визначених функціональних і нефункціональних вимог деталізують у формі набору відповідних субвимог, виконання яких у сукупності забезпечує виконання окремої вимоги. Окрім того, набір визначених функціональних і нефункціональних вимог (рис. 1) може бути як скорочено, так і розширено шляхом визначення нових специфічних вимог до якості даних, залежно від особливостей конкретного web-проекту.

Як зазначено вище, об'єктивне технічне вимірювання показників якості даних у web-проектах не є можливим. Тому найчастіше для цього застосовують експертне оцінювання, метою якого є визначення міри відповідності реального інформаційного ресурсу до визначеного попередньо набору вимог із застосуванням визначеної методики. Метою такого оцінювання є не побудова точної числової міри, а визначення співвідношень і переваг між реальними й еталонними значеннями показників якості даних. Для оцінювання web-проектів, як правило, залучають експертів таких категорій:

1. Представники виконавця web-проекту, які володіють професійними знаннями про особливості розробки.

2. Представники замовника web-проекту, які володіють знаннями щодо застосування результатів проекту.

3. Незалежні експерти, яких залучають у разі відсутності порозуміння між виконавцем і замовником або для підвищення достовірності результатів.

Кожного експерта характеризує певна особова оцінка – коефіцієнт довіри. Це величина, яка визначає достовірність і надійність його оцінок і їх вагу у загальних підсумках роботи експертної групи. Коефіцієнт довіри k_t залежить

від таких показників, як професійність експерта k_p та його заангажованість (зацікавленість у високій оцінці) k_a. Цю залежність можна описати виразом:

$$k_t = k_p \times (1 - k_a), \tag{1}$$

який показує зростання довіри при зростанні професійності експерта та зменшення – при рості його заангажованості.

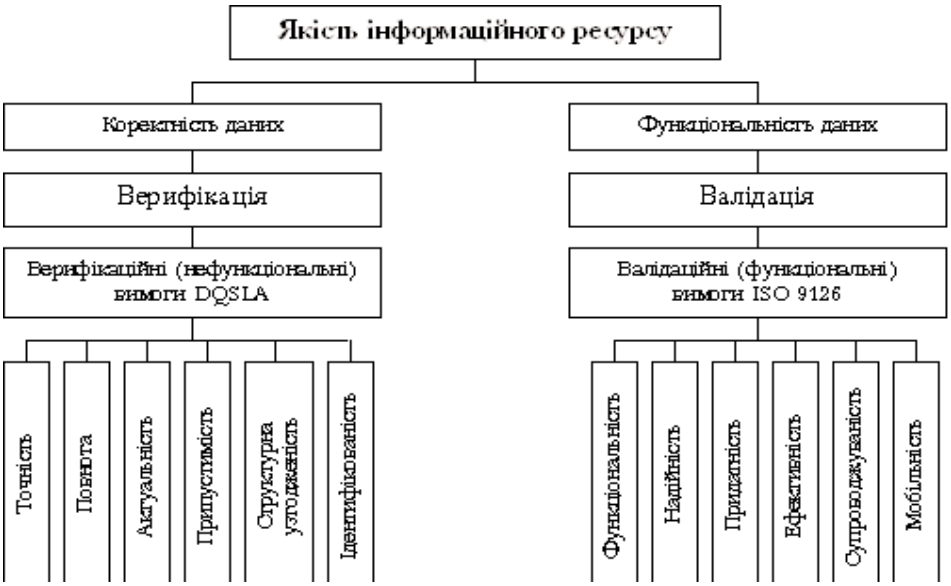

Рис. 1. **Структура показників якості інформаційного ресурсу,** *авторська розробка*

Визначення відповідних показників покладають на керівника експертної групи.

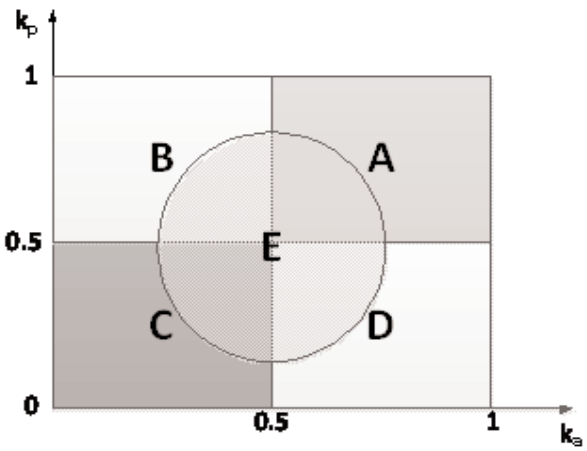

Рис. 2. **Діаграма співвідношення професійності і заангажованості експертів,** *авторська розробка*

Співвідношення професійності і заангажованості значною мірою визначається належністю експерта до певної категорії. Так, квадрант *A* діаграми, поданої на рис. 1, найбільш відповідає показникам експертів – представників виконавця проекту, для яких характерними є висока професійність і обізнаність з проектом та значна зацікавленість у високих оцінках. Квадрант *C* характеризує експертів, що представляють замовника і мають невисокі фахові знання та зацікавленість у завищенні оцінок. Коло *E* описує категорію незалежних експертів, фахові знання та заангажованість яких мають середні значення.

Для визначення відповідності між вимогами та реальними показниками інформаційного ресурсу проекту експерти застосовують шкалу якісних оцінок. Кількість градацій якісної шкали залежить від умов та особливостей конкретного web-проекту. Використання якісних оцінок дає змогу подати оцінки якості не формальними числовими вимірами, а у вигляді співвідношень і переваг, що забезпечує їхню більшу об'єктивність. Такий підхід є виправданим, оскільки питання абсолютної точності експертних оцінок у визначенні якості не є суттєвим. Важливим є встановлення самого факту відповідності чи невідповідності між вимогами і реальними показниками даних.

Загальновизнаним апаратом опрацювання якісних оцінок шляхом їх перетворення у числові є нечітка логіка Л. Заде [5]. Однак у випадку експертного оцінювання результатів web-проекту доцільнішим є застосування логіки антонімів [4; 5]. Цю логіку можна розглядати як частковий випадок нечіткої логіки, коли лінгвістичні змінні вводяться у формі антонімічних пар (наприклад, «все – нічого»), область визначення змінної вироджується до одиничного числового значення, а функція належності дорівнює одиниці. Переваги апарату такі [3]:

- властивість булевості лінгвістичних змінних, що дає змогу використати принципи класичної логіки при їх застосуванні;
- застосування антонімічних лінгвістичних значень як альтернативних варіантів оцінок якості значно спрощує роботу експертів;
- задачі встановлення відповідності між числовими та лінгвістичними значеннями в логіці антонімів мають однозначне вирішення;
- опрацювання лінгвістичних оцінок у логіці антонімів не потребує застосування проміжних величин, що характеризують їхню міру істинності, достовірність чи наближення;
- логіка антонімів дозволяє перетворення лінгвістичних оцінок у числові як за допомогою «чорно-білої» (дискретної), так і «сірої» (умовно неперервної) шкали [10].

Застосування логіки антонімів як засобу оцінювання передбачає побудову множини антонімічних пар лінгвістичних змінних, кожна з яких поєднує значення оцінки *A* та його протилежність αA («все – нічого», «багато – мало» тощо). Множину антонімічних пар впорядковують за рівнем градації оцінок відповідно до їх інтерпретації. З кожною якісною лінгвістичною оцінкою *A* пов'язують числову міру $H[A]$, яка характеризує ступінь наявності в об'єкта властивостей заданих парою антонімічних значень і має співвідношення з мірою протилежної оцінки $H[\alpha A] = -\log_2(1 - 2^{-H[A]})$ [3]. На практиці у процесах

оцінювання замість абсолютних мір застосовують відповідні їм відносні значення, прив'язані до певної нормованої шкали оцінювання, що не змінює суті і змісту дій [4].

Завданням експертного оцінювання якості інформаційного ресурсу web-проекту є формування кінцевого результату у вигляді комплексної оцінки $Q = < Q^v, Q^f >$, де Q^v – загальна оцінка відповідності нефункціональним вимогам якості (результат верифікації); Q^f – загальна оцінка відповідності функціональним вимогам (результат валідації).

Процедура формування загальних оцінок якості даних виглядає таким чином: для роботи експертів створюють шкалу парних антонімічних лінгвістичних оцінок. Така шкала, в залежності від особливостей проекту, може складатися з 3, 5 або 7 значень. Обов'язковою умовою є опозиційний характер такої шкали [10], що передбачає визначення двох крайніх, однієї середньої та декількох пар протилежних проміжних точок. Кожній з лінгвістичних оцінок ставиться у відповідність певне відносне числове значення, нормоване відповідною шкалою. Наприклад, при застосуванні оцінок вимірів якості в межах значень від 0 до 1 (0–100%) п'ятибальна шкала оцінок має такий вигляд:

1 – «відповідає повністю»;

0,75 – «відповідає неповністю»;

0,5 – «однаковою мірою відповідає і не відповідає» («неможливо оцінити»);

0,25 – «частково відповідає»;

0 – «повністю не відповідає».

При цьому, принцип побудови та нормування шкали оцінок може бути довільно зміненим, оскільки суттєвими є не самі числові значення оцінок, а їх співвідношення та подальша інтерпретація. На основі заданих у такий спосіб лінгвістичної та числової шкал експерти формують власну оцінку рівня відповідності показника якості даних до попередньо визначених вимог.

Процедура опрацювання результатів роботи експертів передбачає перетворення, об'єднання й узагальнення вироблених ними оцінок і формування на їх основі загальних показників верифікації та валідації інформаційного ресурсу.

Оцінку відповідності даних вимозі виду «*x*» будують на основі числових показників, отриманих на основі якісних оцінок сформованих експертами із використанням визначеної шкали. Сумарну оцінку якості за нефункціональною вимогою виду «*x*» – Q^v_x отримують як:

$$Q^v_x = \sum_{i=1}^{n} \theta_i k_{t_i} Q^v_{xi}, \qquad (2)$$

де n – кількість експертів, які оцінюють якість даних за вимогою виду «*x*»; θ_i – коефіцієнт приведення оцінок експертів – $\sum_{i=1}^{n} \theta_i = 1$; k_{ti} – коефіцієнт довіри i-го експерта, визначений за формулою (1); Q^v_{xi} – результат оцінювання i-го експерта відповідності даних вимозі виду «*x*». Застосування коефіцієнта приведення θ_i дає змогу збалансувати оцінки експертів, надаючи їм різну вагу, і звести результат до єдиної шкали вимірів.

Загальний результат верифікації даних Q^v будують шляхом лінійного згортання оцінок за кожною з нефункціональних вимог до якості даних:

$$Q^v = \sum_x \rho_x Q^v_x, \quad (3)$$

де ρ_x – коефіцієнт приведення оцінок за всіма вимогами якості даних – $\sum_x \rho_x = 1$; Q^v_x – результат оцінювання відповідності даних вимозі виду «*x*», отриманий за формулою (2). Застосування коефіцієнта приведення оцінок ρ_x створює можливість диференціювання впливу виконання кожної із вимог на кінцевий результат верифікації даних шляхом збільшення чи зменшення цього коефіцієнта.

Загальну оцінку результатів валідації даних – відповідності набору функціональних вимог – формують за повністю аналогічною схемою. Отриману в результаті такого процесу комплексну оцінку $Q = < Q^v, Q^f >$ вважають позитивною, якщо її складові є не меншими за попередньо задані граничні значення оцінок якості $Q^v \geq$ $\geq Q^f_{min}$. Залежно від визначеного у проекті рівня вимог до якості даних (низький, середній, високий) застосовують різні підходи до визначення гранично припустимого значення оцінки. Зокрема, при застосуванні наведеної вище п'ятирівневої шкали з межами 0–1 граничні міри показників якості визначають такими способами:

- для низького рівня вимог до якості даних застосовують принцип простої переваги, коли значення оцінки має перевищувати серединне значення інтервалу виміру – $Q^v_{min} = 0{,}5$, $Q^f_{min} = 0{,}5$ (50%);

- для середнього рівня вимог до якості даних застосовують принцип кваліфікованої переваги, згідно з яким значення оцінки повинне перевищувати 3/4 максимального значення інтервалу виміру – $Q^v_{min} = 0{,}75$, $Q^f_{min} = 0{,}75$ (75%);

- для високого рівня вимог до якості даних застосовують принцип абсолютної переваги, згідно якого значення оцінки вважають прийнятним, якщо воно дорівнює максимальному значенню інтервалу виміру – $Q^v_{min} = 1$, $Q^f_{min} = 1$ (100%).

Результатом процедур експертного оцінювання якості даних за описаною схемою є рішення щодо загальної відповідності якісних показників інформаційного ресурсу web-проекту визначеним проектним вимогам і подальших дій щодо його розроблення й впровадження.

На підставі викладеного можна зробити такі **висновки**:

1. Оскільки у розробленні web-проектів, як правило, використовують типові стандартизовані програмні вирішення, якість кінцевого результату виконання проекту значною мірою визначає якість його інформаційного ресурсу.

2. Для оцінювання якісних показників даних, які утворюють інформаційний ресурс, використовують набір функціональних і нефункціональних проектних вимог. За допомогою таких вимог визначаються способи побудови інформаційного ресурсу та можливості виконання ним визначених завдань. Рівень відповідності результатів виконання web-проектів підтверджується процедурами верифікації й валідації інформаційного ресурсу.

3. Для визнання набору функціональних вимог прийнятними є положення стандарту якості програмного забезпечення ISO 9126 та ГОСТ Р ИСО/МЭК 9126-93 з відповідним їх адаптуванням. Найбільш відомим і визнаним способом формулювання нефункціональних вимог до якості даних є відкрита схема вимірів "Data Quality Service Level Agreements". Спільне застосування цих методологій дає змогу побудувати адекватну ефективну систему оцінювання якості інформаційного ресурсу у web-проектах.

4. Оскільки показники якості даних не є фізичними величинами, для їх визначення найкращим підходом є експертне оцінювання шляхом формування якісних оцінок відповідності даних визначеним вимогам. Для опрацювання експертних оцінок і формування комплексної кількісної оцінки у web-проектах доцільним є застосування апарату логіки антонімів як простого і ефективного засобу перетворення якісних значень у кількісні величини.

5. Описана методика є достатньо універсальною, тому її можна застосовувати для оцінювання якості інформаційних ресурсів не лише у web-проектах. За умов відповідного адаптування та врахування специфіки, у такий спосіб може бути виконано експертне оцінювання якості даних інформаційних систем іншого виду чи спрямування.

1. *Альканахта О.* Оценка рейтинговой привлекательности инвестиционных проектов // Банкаўскі Вєснік: Журнал Нац. банка Рэспубліки Беларусь.– 2007.– №16. – С. 32–37.

2. *Вигерс К.* Разработка требований к программному обеспечению / Пер. с англ. – М.: Русская редакция, 2004 . – 576 с.

3. *Голота Я.Я.* Логика антонимов и нечеткая логика: сходства и различия // International Conference on Soft Computing and Measurement (SCM'98). – СПб., 1998. – С. 208–210.

4. *Голота Я.Я., Тисенко В.Н., Фальков Д.С.* Логика антонимов – теоретическая база для формирования комплексных оценок, в основе которых лежат экспертные оценки отдельных параметров // Моделирование интеллектуальных процессов проектирования и производства: Материалы II международной научно-практической конференции. – Минск, 1998. – С. 166–167.

5. *Заде Л.* Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию решений / Пер. с англ. – М.: Мир, 1976. – 165 с.

6. Информационная технология. Оценка программного продукта. Характеристики качества и руководство по их применению: ГОСТ Р ИСО/МЭК 9126-93. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2001. – 12 с.

7. *Когаловский М.Р.* Энциклопедия технологий баз данных. – М: Финансы и статистика, 2002. – 800 с.

8. *Липаев В.* Анализ качества баз данных // Открытые системы.– 2002.– №3. – С. 48–55.

9. *Липаев В.В.* Выбор и оценивание характеристик качества программных средств. Методы и стандарты: Монография. – М.:СИНТЕГ, 2001. – 228 с.

10. *Поспелов Д.А.* Логико-лингвистические модели в системах управления. – М.: Энергоатомиздат, 1981. – 232 с.

11. Building a Data Quality Scorecard for Operational Data Governance // White Paper submitted by DataFlux UK Ltd, 2008 // www.silicon.com.

12. IBM Rational Unified Process (RUP) // Rational Process Library // www-01.ibm.com.

13. *McKnight, W.* (2007). Overall Approach to Data Quality ROI // www.utopiainc.com.

14. Observing Data Quality Service Level Agreements: Inspection, Monitoring, and Tracking // White Paper submitted by DataFlux UK Ltd, 2008 // whitepapers.theregister.co.uk.

15. Scalable Data Quality: A Seven Step Plan For Any Size Organization // Melissadata Inc. White Papers, 2007 // www.melissadata.com.

16. Software engineering – Product quality – Part 1: Quality model: ISO/IEC 9126-1:2001. International Organization for Standardization/International Electrotechnical Commission, 2001. 9 p.

Стаття надійшла до редакції 31.07.2012.