

ВІДГУК

офиційного опонента, доктора технічних наук, професора, завідувача кафедри теоретичних основ і загальної електротехніки
Одеського національного політехнічного університету
Маєвського Дмитра Андрійовича
про дисертаційну роботу
Говорущенко Тетяни Олександровни
**«Теоретичні та прикладні засади інформаційної технології
оцінювання достатності інформації щодо якості
у специфікаціях вимог до програмного забезпечення»,**
подану на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук
за спеціальністю 05.13.06 – інформаційні технології

1. Актуальність теми дисертації

Наразі в Україні та світі відбуваються визначальні зміни в галузі інформаційних технологій, обґрунтовані потребою опрацювання масивів інформації великого розміру. Відомі методи та засоби не здатні опрацювати масиви інформації такого розміру. Тому вимогою часу є інтелектуалізація опрацювання інформації, яка дозволить усунути людину з процесів опрацювання інформації, тобто розроблення інформаційних технологій нової генерації.

На методи та засоби опрацювання інформації суттєвий вплив мають предметні галузі, для яких розробляються інформаційні технології. Враховуючи той факт, що на сьогодні практично усі сфери людської діяльності пов'язані з комп'ютерними системами, основою яких є програмне забезпечення (ПЗ), особливої уваги з точки зору необхідності розроблення інформаційної технології нової генерації потребує галузь інженерії програмного забезпечення, особливо в частині забезпечення якості ПЗ.

Якість ПЗ є основним чинником для його успішного впровадження та експлуатації. Потреба у забезпеченні якості ПЗ випливає з того, що помилки

та відмови ПЗ загрожують катастрофами, які призводять до людських жертв, екологічних катакліzmів, значних часових втрат та фінансових збитків. Актуальність розроблення якісного ПЗ підтверджується також і економічними чинниками.

У галузі забезпечення якості ПЗ і досі існують проблеми, які були помітними ще більше 50 років тому – великі проекти виконуються з відставанням від графіка або з перевищеннем кошторису витрат, розроблений продукт не має необхідних функціональних можливостей, продуктивність його часто є низькою, якість програмного забезпечення не влаштовує споживачів.

Серед причин можливих невдач при розробленні ПЗ основною причиною є нечітке й неповне формування та формулювання вимог до ПЗ. Помилки формування та формулювання вимог і проектування архітектури складають 25-55% всіх помилок, причому чим більший обсяг ПЗ, тим більше помилок вноситься саме на ранніх етапах. У більшості випадків помилки вказують на проблеми специфікації та проектування архітектури, тобто фактично вже в кінці етапу проектування архітектури можна виявити та усунути левову частку всіх помилок програмного забезпечення.

Основною причиною, яка робить етап формування та формулювання вимог основним "постачальником" помилок, є неповнота або суперечливість інформації специфікації. В процесі формування та формулювання вимог можуть відбуватись інформаційні втрати через неповне та різне розуміння потреб та контексту інформації – особливо такі втрати суттєві для програмних проектів, які розробляються на стику предметних галузей, коли враховувати потрібно як стандарти щодо розроблення ПЗ, так і стандарти предметної галузі, для якої розробляється ПЗ.

Основними джерелами інформації на етапі формування та формулювання вимог до ПЗ є бізнес-вимоги замовника, вимоги предметної галузі, стандарти, описи процесу розроблення та впровадження подібного ПЗ і т.ін., тобто комплекс вхідної інформації (КВІ), що описує функції,

властивості та обмеження майбутнього ПЗ у вигляді текстового (словесного) опису. Тоді характеристики специфікації вимог до ПЗ значною мірою визначаються характеристиками КВІ.

Отже, якість та успішність реалізації програмного проекту суттєво залежать від специфікації вимог, а також від достатності наявної у ній інформації як наявності всіх інформаційних елементів (атрибутів та показників), необхідних для визначення якості ПЗ. Оцінювання достатності інформації у специфікації вимог до ПЗ забезпечує можливість вибору програмного проекту з позицій його прогнозованої якості, підвищує ефективність управління проектом за рахунок обґрунтованості рішень, скорочує час на їх розробку і прийняття, зменшує витрати на збір і обробку відомостей.

Програмні вимоги визначають потрібні характеристики якості ПЗ, а також впливають на методи кількісного оцінювання та сформульовані для оцінювання цих характеристик критерії приймання. Отже, всю необхідну інформацію щодо якості закладено вже у специфікації вимог до ПЗ, тобто вже на основі специфікації вимог до ПЗ можна оцінити достатність інформації для подальшого визначення якості ПЗ. Якщо деякі інформаційні елементи щодо якості відсутні, то у специфікації вимог недостатньо інформації для визначення якості ПЗ, і розробники повинні внести необхідні доповнення у специфікацію. Але сьогодні оцінювання інформації для визначення якості ПЗ відбувається лише для готового програмного коду.

Відомі методи та засоби не розв'язують проблему оцінювання достатності інформації щодо якості у специфікації вимог до ПЗ. Крім цього, всі вони належать до різних методологічних підходів і не інтегруються між собою, тобто наразі відсутня інформаційна технологія оцінювання достатності інформації щодо якості у специфікації вимог до ПЗ, що є однією з причин проблем в галузі забезпечення якості ПЗ.

Потреба у забезпеченні якості ПЗ, наявність інформаційних втрат у процесі формування та формулювання вимог до ПЗ, необхідність виявлення

та усунення недостатності інформації на початкових етапах життєвого циклу ПЗ створює актуальну науково-прикладну проблему, а дисертаційна робота Говорущенко Тетяни Олександрівни, присвячена розробленню теоретичних та прикладних зasad інформаційної технології оцінювання достатності інформації щодо якості у специфікаціях вимог, є актуальну і важливою для забезпечення якості ПЗ.

Актуальність проблеми та важливість отриманих результатів підтверджується їх використанням при виконанні держбюджетних тем і Міжнародних проектів та впровадженням на підприємствах, які займаються розробленням програмного забезпечення та комп’ютерних систем.

Зв’язок роботи з науковими програмами, планами і темами. Тематика дисертаційного дослідження відповідає пріоритетним напрямкам розвитку науки і техніки на період до 2020 року, визначенім Верховною Радою України.

Дисертаційна робота відповідає науковому напрямку кафедри комп’ютерної інженерії та системного програмування Хмельницького національного університету та пов’язана з планами наукових досліджень, які виконувалися в межах держбюджетної науково-дослідної роботи Хмельницького національного університету № 2Б-2011 «Методологія інтелектуального автоматизованого оцінювання відповідності програмного забезпечення систем критичного застосування вимогам» (номер держреєстрації 0111U002294), а також в рамках Міжнародного проекту Хмельницького національного університету TEMPUS SAFEGUARD «National Safeware Engineering Network of Centers of Innovative Academia-Industry Handshaking» (№ 158886-TEMPUS-2009-UK-JPCR).

2. Ступінь обґрутованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих в дисертаційній роботі

Наукові положення, висновки і рекомендації дисертаційної роботи Говорущенко Тетяни Олександрівни достатньо обґрутовані коректним

використанням математичного апарату, підкріплений успішною реалізацією інформаційної технології оцінювання достатності інформації щодо якості у специфікаціях вимог до ПЗ, яка забезпечує часткове усунення людини з процесів опрацювання інформації щодо якості у специфікації вимог до ПЗ та призначена для підтримки оцінювання якості ПЗ на ранніх етапах життєвого циклу, ефективним практичним впровадженням результатів дисертаційних досліджень, яке продемонструвало збігання теоретичних досліджень з реальними результатами.

Наукові положення, висновки та рекомендації, сформульовані в дисертації, логічно випливають із результатів, отриманих за допомогою чітких викладок з коректним використанням принципів загальної теорії систем, системного аналізу (ієрархічності, декомпозиції та ін.), методів аналізу та моделювання процесів, теоретико-множинних підходів, алгебри систем, методів онтологічного моделювання, апарату модельно-орієнтованих підходів, методів концептуального моделювання, принципів побудови баз знань та формування логічного висновку, основних положень теорії штучних нейронних мереж, теорії моделювання, теорії множин, евристичних оцінок, загальних принципів створення інформаційних систем та систем підтримки прийняття рішень.

Розроблені дисертантом практичні рекомендації ґрунтуються на розробленому нею науково-методичному апараті.

Відзначаю, що наукові положення та рекомендації висновків до всіх розділів дисертаційної роботи (с. 90-96, с. 140-143, с. 177-178, с. 215-216, с. 245-246, с. 269-271, с. 319) та загальних висновків до дисертаційної роботи (с. 320-326) сформульовано науково обґрунтовано і логічно за результатами аналізу, узагальнення відомих та отриманих результатів, теоретичних досліджень, а також експериментальної перевірки інформаційної технології.

3. Достовірність наукових положень і висновків

Достовірність отриманих результатів забезпечується коректною постановкою проблеми, мети та задач дисертаційного дослідження, які

розв'язуються послідовно та аргументовано. Достовірність наукових положень, висновків та рекомендацій підтверджується відповідністю методології дослідження поставленій проблемі, повнотою розгляду на теоретичному та експериментальному рівнях об'єкта дослідження, застосуванням комплексу методів, адекватних предмету дослідження.

Достовірність і обґрунтованість результатів дисертаційного дослідження ґрунтуються на:

- використанні теоретико-множинних підходів, алгебри систем, методів онтологічного моделювання, апарату модельно-орієнтованих підходів, методів концептуального моделювання, принципів побудови баз знань та формування логічного висновку в процесі розроблення методології та інформаційної технології оцінювання достатності інформації щодо якості у специфікаціях вимог до ПЗ;
- використанні основних положень теорії штучних нейронних мереж, теорії моделювання, теорії множин, евристичних оцінок при розробленні методу оцінювання результатів проектування та прогнозування характеристик ПЗ на основі штучної нейронної мережі;
- застосуванні загальних принципів створення інформаційних систем та систем підтримки прийняття рішень при розробленні підсистеми оцінювання достатності інформації щодо якості у специфікаціях вимог до ПЗ на основі порівняльного аналізу онтологій та підсистеми оцінювання і прогнозування якості ПЗ на основі опрацювання метричної інформації.

Достовірність результатів базується на обґрунтованості припущень, результатах експериментальних досліджень, правильному аналізі отриманих результатів, а також на успішній їх апробації на науково-технічних конференціях та успішному впровадженні отриманих рішень на підприємствах ТОВ «Деймос», ТОВ «ITT», ТОВ «Гілея», ПАТ «Хмельницькгаз», ТОВ «Дніпроазот-агрохімія», ТОВ «Побутрадіотехніка», ДП «Новатор», а також у навчальному процесі Хмельницького національного університету, Дніпровського державного технічного університету, ПВНЗ

«Міжнародний науково-технічний університет імені академіка Ю. Бугая», Національної академії Державної прикордонної служби України імені Богдана Хмельницького, Української академії друкарства.

4. Наукова новизна результатів досліджень та їх теоретичне значення

Наукова новизна досліджень полягає у вирішенні актуальної науково-прикладної проблеми розроблення теоретичних та прикладних зasad інформаційної технології оцінювання достатності інформації щодо якості у специфікаціях вимог до ПЗ, яка забезпечує: висновок про достатність інформації щодо якості у специфікації вимог; пріоритетність доповнення специфікації необхідною інформацією (в разі недостатності інформації) шляхом формування запиту щодо доповнення КВІ; оцінювання та, за потреби, підвищення достатності об'єму наявної у специфікації інформації щодо якості; висновок про очікуваний рівень якості ПЗ на основі опрацювання метричної інформації; можливість опрацювання інформації щодо якості у специфікаціях вимог до ПЗ програмними агентами (ботами), без участі фахівців, що забезпечує можливість автоматизації таких процесів, усунення суб'єктивного впливу фахівців та збережуваність цієї інформації у softverній компанії у випадку звільнення фахівця.

До найбільш суттєвих і науково нових результатів дисертаційної роботи, на мою думку, можна віднести:

- *вперше розроблені* моделі предметної галузі «Інженерія програмного забезпечення» (частина «Якість ПЗ», частина «Якість ПЗ. Метричний аналіз») на основі онтологій та зважених онтологій, які за рахунок врахування вимог стандарту ISO 25010 та обраної номенклатури метрик, забезпечують можливість дослідження характеристик КВІ, виявлення та врахування впливу кореляції підхарактеристик і характеристик якості за атрибутами та метрик за показниками, а також забезпечують підґрунтя для вибору достатнього обсягу інформації щодо якості;

- *вперше розроблені* онтологічні моделі предметної галузі «Інженерія програмного забезпечення» (частина «Специфікація вимог до ПЗ»), які, завдяки розгляду специфікації вимог з точки зору наявності в ній інформації щодо якості, фактично є шаблонами специфікації вимог з точки зору достатності в ній інформації щодо якості ПЗ;
- *вперше розроблені* моделі процесу оцінювання достатності інформації для визначення якості ПЗ, які за рахунок ґрунтування на порівняльному аналізі онтологій дають можливість оцінити достатність інформації щодо якості у специфікаціях вимог до конкретного ПЗ, а також виявити, якої саме інформації недостатньо;
- *вперше розроблену* модель процесу оцінювання результатів проєктування та прогнозування характеристик ПЗ на основі штучної нейронної мережі, яка за рахунок врахування важливості та взаємовпливу метрик ПЗ дає можливість оцінити сумарний вплив метрик на якість програмного проекту і ПЗ;
- *вперше розроблену* методологію оцінювання достатності інформації щодо якості у специфікаціях вимог до ПЗ, яка надає теоретичні засади інформаційної технології оцінювання достатності інформації щодо якості у специфікаціях вимог до ПЗ та дає змогу у комплексі гарантувати забезпечення вимог щодо якості на ранніх етапах життєвого циклу ПЗ;
- *вперше розроблену* структурну модель інформаційної технології оцінювання достатності інформації щодо якості у специфікаціях вимог до ПЗ, яка, завдяки відображення руху інформаційних потоків при формуванні специфікації вимог до ПЗ та в процесі оцінювання достатності інформації щодо якості у специфікаціях вимог до ПЗ, дозволяє виявити необхідність формування та вміст повторного запиту на додавання інформації щодо якості;
- *розвинутий* метод оцінювання вагових коефіцієнтів атрибутів якості ПЗ в частині врахування кореляції підхарактеристик якості за атрибутами, що дає змогу виявляти атрибути, необхідні для забезпечення відповідного рівня достатності інформації щодо якості;

– розвинутий метод оцінювання результатів проектування та прогнозування характеристик ПЗ на основі штучної нейронної мережі в частині опрацювання значень метрик ПЗ штучною нейронною мережею, який дає змогу прогнозовано оцінити якість ПЗ, що розробляється за проектом, на ранніх етапах його життєвого циклу.

Наукові результати, отримані Говорущенко Т.О. в дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук, не виносяться у представлена до захисту докторську дисертацію.

5. Практичне значення результатів та рекомендації щодо їх подальшого використання

Практичне значення дисертаційної роботи полягає у розробленні базової та зваженої базової онтології предметної галузі «Інженерія програмного забезпечення» (частини «Якість ПЗ», «Якість ПЗ. Метричний аналіз», «Специфікація вимог до ПЗ (атрибути якості)», «Специфікація вимог до ПЗ (показники якості)»), які забезпечують: формалізацію предметної галузі якості ПЗ та специфікації вимог до ПЗ; шаблони специфікації вимог до ПЗ з точки зору наявності інформації щодо якості.

Велике практичне значення дисертації полягає у розробленні інформаційної технології оцінювання достатності інформації щодо якості у специфікаціях вимог до ПЗ, яка забезпечує: підтримку процесу оцінювання якості ПЗ на ранніх етапах життєвого циклу; опрацювання інформації щодо якості у специфікаціях вимог до ПЗ програмними агентами, що дає можливість автоматизації таких процесів; висновок про достатність інформації щодо якості у специфікаціях вимог; пріоритетність доповнення КВІ та специфікації вимог необхідною інформацією; оцінювання та підвищення достатності об'єму наявної у специфікації вимог інформації для оцінювання якості ПЗ (на 9–25% для реального ПЗ); обґрунтування вибору специфікації із множини специфікацій у ситуації, коли вартість і тривалість декількох програмних проектів приблизно однакові.

Розроблені методологію та інформаційну технологію оцінювання достатності інформації щодо якості у специфікаціях вимог до ПЗ впроваджено: у навчальному процесі Хмельницького національного університету, Дніпровського державного технічного університету, ПВНЗ «Міжнародний науково-технічний університет імені академіка Ю. Бугая», Національної академії Державної прикордонної служби України імені Богдана Хмельницького, Української академії друкарства; для ПЗ автоматизованої системи широкоформатного друку на підприємстві ТОВ «Деймос», де вона дала можливість підвищити достатність об'єму інформації щодо якості на 12–14%; для ПЗ системи обліку та білінгу надання послуг доступу до мережі Інтернет на підприємстві ТОВ «ITT», де вона дала можливість підвищити достатність об'єму наявної у специфікації інформації щодо якості на 9–10%; для ПЗ інформаційної системи магазину та складу запчастин для вантажних автомобілів на підприємстві ТОВ «Гілея», де вона дала можливість підвищити достатність об'єму інформації щодо якості на 13–25%; для ПЗ обліку споживачів природного газу на підприємстві ПАТ «Хмельницькгаз», де вона дала можливість підвищити достатність об'єму інформації щодо якості на 15%; для ПЗ інформаційно-облікової системи складу хімічних матеріалів на підприємстві ТОВ «Дніпроазот-агрохімія», де вона дала можливість обрати програмний проект, який був успішно завершений та доведений до впровадження; для управлінського програмного забезпечення «ContEnt» на підприємстві ТОВ «Побутрадіотехніка», де вона дозволила підвищити достатність об'єму інформації щодо якості на 13%; для ПЗ автоматизованої системи управління виробничим процесом на ДП «Новатор», де вона дала можливість визначити достатність об'єму інформації щодо якості, що склала 78%.

Дослідження проводились з врахуванням їх наступної практичної реалізації. Результати досліджень можуть бути рекомендовані до впровадження в діяльності софтверних компаній для підвищення достатності об'єму наявної у специфікації вимог інформації для оцінювання якості ПЗ.

6. Оцінка змісту дисертаційної роботи

Дисертаційна робота складається з анотації, вступу, семи розділів, висновків, списку використаних джерел та шести додатків. Робота містить 302 сторінки основного тексту, 90 рисунків та 30 таблиць. Список використаних літературних джерел містить 270 найменувань.

У *вступі* обґрунтована актуальність тематики, визначено об'єкт та предмет досліджень, сформульовані мета і задачі дослідження, визначена наукова новизна та практична цінність одержаних результатів, а також наведено відомості про апробацію та структуру роботи.

Перший розділ дисертаційного дослідження присвячено дослідженню відомих моделей, методів та засобів подання інформації щодо якості у специфікаціях вимог до ПЗ. У ньому досліджено сучасний стан розвитку інформаційних технологій. Проведено аналіз впливу інформації у специфікації вимог на якість ПЗ. Аналізу в першому розділі піддано також емерджентні властивості як наслідки недостатності інформації у специфікації вимог до ПЗ. Досліджено також стандарти та відомі моделі на предмет представлення інформації для оцінювання якості ПЗ. Виділено особливості представлення метричної інформації для оцінювання якості ПЗ. Проаналізовано використання онтологій як засобу інтеграції даних, знань та вимог щодо якості ПЗ. Проведення такого аналізу дало автору можливість показати відсутність відповідних методологій та інформаційних технологій оцінювання достатності інформації щодо якості у специфікаціях вимог до ПЗ. Крім цього, проведений аналіз дозволив зробити висновок щодо необхідності розроблення методології та інформаційної технології оцінювання достатності інформації щодо якості у специфікаціях вимог до ПЗ. Матеріал розділу висвітлено повно. В цілому автор провела грунтовний системний аналіз предметної галузі. Обґрунтування актуальності вирішуваної наукової проблеми виконано автором досить ретельно та всебічно.

Другий розділ дисертації присвячено моделюванню процесу оцінювання достатності інформації щодо якості у специфікаціях вимог до ПЗ. У ньому проведено моделювання руху інформаційних потоків при формування специфікації вимог до ПЗ. Автор вперше розробила теоретичний базис використання онтологій для оцінювання достатності інформації щодо якості у специфікаціях вимог до програмного забезпечення. Оригінальними рішеннями автора є: моделі предметної галузі «Інженерія програмного забезпечення» (частина «Якість ПЗ», частина «Якість ПЗ. Метричний аналіз») на основі онтологій та зважених онтологій, які забезпечують підґрунтя для вибору достатнього обсягу інформації щодо якості; моделі процесу оцінювання достатності інформації для визначення якості програмного забезпечення на основі стандарту ISO 25010 та з використанням результатів метричного аналізу, які є теоретичним підґрунтям для розроблення методів та засобів оцінювання достатності інформації щодо якості у специфікаціях вимог до ПЗ. Запропоновано моделі специфікації вимог до ПЗ (з точки зору наявності інформації щодо якості), які є шаблонами для специфікацій вимог до ПЗ з точки зору достатності її інформації щодо якості. Вперше розроблено модель процесу оцінювання результатів проектування та прогнозування характеристик програмного забезпечення на основі штучної нейронної мережі, яка дає можливість зробити висновок про очікуваний рівень якості ПЗ.

Третій розділ дисертаційної роботи присвячено розробленню методів оцінювання достатності інформації щодо якості (за стандартом ISO 25010) у специфікаціях вимог до ПЗ. Автором проведено дослідження інформаційних потоків в процесі оцінювання достатності інформації щодо якості у специфікаціях вимог до програмного забезпечення. Оригінальним рішенням автора є розроблені у третьому розділі методи оцінювання достатності інформації щодо якості (за стандартом ISO 25010:2011) у специфікаціях вимог до програмного забезпечення на основі онтології та на основі зваженої онтології, які дають можливість сформувати висновок про

достатність інформації щодо якості у специфікації вимог до конкретного ПЗ і про необхідність доповнення КВІ та специфікації атрибутами; відсортувати всі відсутні у специфікації вимог до ПЗ атрибути якості за спаданням значень вагових коефіцієнтів, тобто встановити пріоритетність їх доповнення у КВІ та специфікацію вимог до ПЗ. Крім цього, автором було вдосконалено метод оцінювання вагових коефіцієнтів атрибутів якості ПЗ, який визначає вагові коефіцієнти саме атрибутів і дає змогу зробити висновок, які атрибути якості є найбільш вагомими для забезпечення відповідного рівня достатності об'єму наявної інформації щодо якості у специфікації.

У четвертому розділі розроблено методи оцінювання якості ПЗ на основі метричної інформації у специфікаціях вимог. Автором розроблено методи оцінювання достатності інформації щодо якості (для метричного аналізу) у специфікаціях вимог до програмного забезпечення на основі онтології та на основі зваженої онтології, які дають можливість сформувати висновок про достатність інформації щодо якості у специфікації вимог до конкретного ПЗ і про необхідність доповнення КВІ та специфікації показниками, причому, за рахунок маркування вагових коефіцієнтів показників у базових онтологіях, дають можливість відсортувати всі відсутні у специфікації вимог до ПЗ показники якості за спаданням значень вагових коефіцієнтів, тобто встановити пріоритетність їх доповнення у КВІ та специфікацію вимог до ПЗ. Одержано подальшого розвитку метод оцінювання результатів проектування та прогнозування характеристик ПЗ на основі ШНМ, в якому точні та прогнозовані значення метрик ПЗ на етапі проектування опрацьовуються ШНМ, що дає змогу оцінити складність та якість програмного проекту та розроблюваного за проектом ПЗ.

У п'ятому розділі описано процес формування висновку про достатність інформації щодо якості у специфікаціях вимог до ПЗ. Зокрема, автор розробила способи генерування та наповнення шаблону онтології для визначення якості конкретного ПЗ (за стандартом ISO 25010 та на основі метричної інформації), які дають можливість автоматизовано і просто

сформувати реальні онтології для конкретного ПЗ. Оригінальним рішенням автора є розроблені методи формування логічного висновку про достатність інформації щодо якості (за стандартом ISO 25010:2011 та для метричного аналізу) у специфікаціях вимог до ПЗ, які дають можливість сформувати висновки про достатність або недостатність інформації щодо якості у специфікації вимог, а також про рівень достатності наявної інформації.

У шостому розділі розроблено методологію та інформаційну технологію оцінювання достатності інформації щодо якості у специфікаціях вимог до ПЗ. Оригінальним рішенням автора є розроблена методологія оцінювання достатності інформації щодо якості у специфікаціях вимог до ПЗ на основі розроблених моделей і методів оцінювання достатності інформації щодо якості, яка призначена для оцінювання достатності інформації щодо якості у КВІ та специфікації вимог до конкретного ПЗ, зменшення розриву в знаннях про якість ПЗ і гарантування забезпечення вимог щодо якості на ранніх етапах життєвого циклу. Ще одним оригінальним науковим та практичним результатом автора є розроблена структурна модель та реалізована інформаційна технологія оцінювання достатності інформації щодо якості у специфікаціях вимог до ПЗ, призначена для підтримки оцінювання якості ПЗ на ранніх етапах життєвого циклу для будь-яких класів ПЗ, для яких розробляється специфікація вимог до ПЗ, яка є інформаційною технологією нової генерації, оскільки в ній усунуто людину з процесів опрацювання інформації щодо якості у специфікації вимог до ПЗ. Крім цього, в шостому розділі автор представила проектування та реалізацію підсистеми оцінювання достатності інформації щодо якості у специфікаціях вимог до ПЗ на основі порівняльного аналізу онтологій та підсистеми оцінювання і прогнозування якості ПЗ на основі опрацювання метричної інформації, які представляють практичні результати дисертаційного дослідження. Розділ завершується виділенням переваг розробленої інформаційної технології оцінювання достатності інформації щодо якості у специфікаціях вимог до ПЗ.

У сьомому розділі представлено результати функціювання інформаційної технології оцінювання достатності інформації щодо якості у специфікаціях вимог до ПЗ, зокрема, представлено результати оцінювання достатності інформації щодо якості (за стандартом ISO 25010:2011) у специфікаціях вимог до ПЗ, оцінювання достатності інформації щодо якості (для метричного аналізу) у специфікаціях вимог до ПЗ, прогнозування якості ПЗ на основі опрацювання метричної інформації. Проведені дослідження підтвердили практичну цінність розробленої інформаційної технології оцінювання достатності інформації щодо якості у специфікаціях вимог до ПЗ, яка дала можливість підвищити достатність об'єму інформації щодо якості у специфікації вимог до ПЗ – підвищити достатність об'єму інформації щодо якості (атрибутив) у специфікації вимог на 12% для автоматизованої системи широкоформатного друку та на 13% для інформаційної системи магазину та складу запчастин для вантажних автомобілів, підвищити достатність об'єму інформації щодо якості (показників) у специфікації вимог на 14% для автоматизованої системи широкоформатного друку та на 25% для інформаційної системи магазину та складу запчастин для вантажних автомобілів. Проведений експеримент використання підходу ретроспективного аналізу (backcasting) на етапі проектування архітектури для забезпечення якості ПЗ підтверджив можливість та доцільність забезпечення необхідного рівня якості ПЗ вже на етапі проектування архітектури.

Висновки по роботі сформульовані чітко, вони повністю висвітлюють отримані в роботі результати. За своїм рівнем висновки відповідають вимогам, які висуваються до результатів докторської дисертації.

Список літератури є інформативним, достатньо повно охоплює передметну галузь та відображає опрацювання автором значної кількості іноземних джерел.

Додатки до роботи є змістовними і підтверджують позитивні результати роботи.

7. Стиль, оформлення дисертації, автореферату. Повнота викладення наукових положень, висновків та рекомендаціях у публікаціях та відповідність спеціальності

Об'єм, структура, оформлення матеріалів досліджень в цілому відповідають вимогам «Порядку присудження наукових ступенів» щодо дисертацій на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук.

Дисертаційна робота має логічну структуру. Основні висновки і рекомендації логічно витікають із результатів, які наведено у розділах роботи. Зміст автореферату ідентичний основним положенням дисертації.

Усі основні положення та найбільш важливі результати дисертації, подані до захисту, опубліковані в необхідному обсязі у фахових наукових виданнях України та закордонних виданнях, пройшли відповідну апробацію на міжнародних науково-технічних конференціях. За темою дисертації з викладенням основних її результатів опубліковано 55 наукових праць, з них: 2 наукових монографії (зокрема, одноосібна монографія «Методологія оцінювання достатності інформації для визначення якості програмного забезпечення»); 7 статей у періодичних зарубіжних виданнях, індексованих у наукометричних базах (в тому числі 3 статті у періодичних зарубіжних виданнях, індексованих у наукометричній базі Scopus); 20 статей у наукових фахових виданнях України; 3 свідоцтва про реєстрацію авторського права на твір; 7 статей у матеріалах зарубіжних та українських конференцій, що індексуються у наукометричних базах Scopus, Web of Science; 16 статей та тез доповідей у збірниках праць конференцій. Вимоги щодо кількості та якості публікацій виконано. Велика кількість наукових праць по темі дисертації свідчить про кропітку, послідовну й методичну роботу над проблемою.

Дисертація за змістом та отриманими результатами відповідає паспорту спеціальності 05.13.06 – інформаційні технології.

8. Недоліки та зауваження

1. В першому абзаці розділу 1 (стор.) сказано, що «Розвиток інформаційного суспільства безпосередньо пов'язаний з необхідністю збору, обробки і передачі величезних об'ємів інформації, що стало причиною глобального переходу від індустріального суспільства до інформаційного». Але ж тоді виходить, що причиною переходу від індустріального суспільства до інформаційного є розвиток цього інформаційного суспільства!
2. Не зрозуміло, що означають цифри, які наведено в матриці розміру / складності ПЗ сторінці 50 (рис. 1.3).
3. На стор. 55 наведено визначення 1.1, яке вводить поняття «достатність інформації щодо якості у специфікації вимог до ПЗ». А вже в наступному абзаці автор говорить про переваги, коли достатність оцінюється. Але не пояснено, яким чином можна отримати чисельне значення достатності, без якого оцінювання не є можливим.
4. Визначення 1.3 (стор. 65) трактує емерджентні властивості як «властивості програмної системи, які з'являються випадковим чином (випали з фокусу уваги) та проявляються в процесі функціонування ПЗ при взаємодії підсистем через інтерфейси і за наявності певних даних та зовнішніх впливів». Але незрозумілим є те, чому автор вважає ці властивості випадковими? З того, що вони чомусь «випали з фокусу уваги» зовсім не витікає їх випадковість!
5. На сторінках 110 – 112 дисертації автор робить висновок про відсутність надлишковості інформації в характеристиках, підхарактеристиках та атрибуатах якості на підставі, що відповідна інформаційна ентропія більше нуля. Але теорія інформації визначає надлишковість як перевищення кількості інформації, використовуваної для передачі або зберігання повідомлення, над його інформаційною ентропією. Тобто, знання однієї тільки інформаційної ентропії недостатньо для висновку про наявність чи відсутність надлишковості.

6. На стор. 113 пропонуються моделі предметної галузі дисципліни «Інженерія програмного забезпечення», наповнення якої пропонується здійснювати на основі інформації, взятої зі стандартів та опублікованих робіт з врахуванням вагових коефіцієнтів атрибутів якості ПЗ, які необхідно обчислити, беручи до уваги існування взаємозв'язків між характеристиками та підхарактеристиками якості ПЗ за атрибутами. Але не вказано, як саме встановити ці взаємозв'язки.
7. На рисунках 3.2 та 3.3 (стор. 147) вказано дію «Порівняння (різниця) онтологій». В подальшому тексті (стор. 151) говориться про «порівняння множини атрибутів онтології для визначення якості конкретного програмного забезпечення із відповідною множиною базової онтології предметної галузі». Але не визначено, як виконується операція порівняння, чи для усіх онтологій існує така операція. Що таке «різниця» онтологій не визначено взагалі.
8. Багато рисунків, що наведені в дисертації є перенесеними із інших джерел, тому якість їх відтворення є низькою.

Однак зазначені зауваження не є принциповими, істотно не впливають на зміст дисертаційної роботи та не знижують її наукової цінності.

9. Загальні висновки

Дисертаційна робота Говорущенко Тетяни Олександровни є завершеною науково-дослідною роботою, яка містить нові науково обґрунтовані результати вирішення актуальної науково-прикладної проблеми розроблення теоретичних та прикладних зasad інформаційної технології оцінювання достатності інформації щодо якості у специфікаціях вимог до ПЗ.

Отримано нові, науково обґрунтовані, теоретичні результати є значущими для галузей інформаційних технологій та інженерії програмного забезпечення. Тема дисертації відповідає спеціальності 05.13.06 – інформаційні технології.

З огляду на актуальність теми дисертації, практичну корисність отриманих результатів досліджень, отриману сукупність теоретичних результатів, вважаю, що дисертація відповідає вимогам пп. 9, 10, 12 «Порядку присудження наукових ступенів», а її автор, Говорущенко Тетяна Олександрівна, заслуговує на присудження їйому наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.13.06 – інформаційні технології.

Офіційний опонент – доктор технічних наук, професор,
завідувач кафедри теоретичних основ
і загальної електротехніки Одесського
національного політехнічного університету

Д. А. Маєвський

Підпис Маєвського Д. А. засвідчує:
Вчений секретар



15 травня 2018 р.

В. І. Шевчук

На методи та засоби отримання інформації сучасні вимоги мають
предмети статук, для яких розроблені інформаційні технології.
Враховуючи той факт, що на сьогодні практично усі сфери людської
діяльності пов'язані з комп’ютерними системами, основою яких є програмне
 забезпечення (ПЗ), особливої уваги з точки зору необхідності розроблення
інформаційних технологій нової генерації потребує надаль інженерій
програмного забезпечення, особливо в частині забезпечення якості ПЗ.

Якість ПЗ є основним чинником для його успішного впровадження та
експлуатації. Потреба у забезпеченні якості ПЗ виникає з того, що помилки