

Голові разової спеціалізованої вченої ради
Національного університету
«Львівська політехніка»
доктору технічних наук, професору
Івану ЦМОЦЮ

ВІДГУК ОФІЦІЙНОГО ОПОНЕНТА

доктора технічних наук, професора Тригуби Анатолія Миколайовича
на дисертацію **Войтишина Володимира Володимировича** «Інформаційна
технологія оцінювання проєктів з розробки програмного забезпечення», подану
до захисту на здобуття наукового ступеня
доктора філософії з галузі знань 12 «Інформаційні технології»
та спеціальності 122 «Комп'ютерні науки»

Актуальність теми дисертації

Для успіху проєктів з розробки програмного забезпечення досить важливими є процеси прогнозування часу та ресурсів, які потрібні для їх реалізації. У ІТ-сфері такі прогнози прийнято називати оцінками, а процес їх отримання – оцінюванням. Як відомо з практики, частою причиною невдач на етапі реалізації проєкту стає саме неналежне оцінювання, а точніше, невірна оцінка обсягів часу або ресурсів, потрібних для успішного виконання проєкту. У найгіршому випадку це може стати навіть причиною «провалу» проєкту.

Не зважаючи на те, що на сьогодні розроблено значну кількість методів оцінювання, все ще існує низка невирішених науково-прикладних задач. До них належить те, що значна кількість методів оцінювання була розроблена ще до початку 2000-х років і, як наслідок, вони не враховують особливостей сучасних підходів до організації процесу розробки, зокрема, застосування Agile. Низка відомих науково обґрунтованих методів оцінювання (наприклад, COCOMO, FPA, COSMIC) не використовуються розробниками-практиками через рівень їх складності. Класичні методи оцінювання оперують кількістю логічних ліній коду як еквівалентом трудоемності розробки. Ця ідея набула популярності у 1970-1980-х роках і отримала втілення в таких методах як COCOMO та SLIM. Однак, із

зростанням різноманітності мов та технологій програмування вираження трудоемності розробки через кількість ліній вихідного коду зазнавало все більшої критики зі сторони розробників-практиків. Зокрема, одна із причин складності застосування цього підходу полягає у необхідності конвертування оцінки кількості ліній вихідного коду у часові одиниці (людино-години). Спостерігається підготовка так званих «одноразових» оцінок на завершальних етапах аналізу та проєктування, безпосередньо перед початком реалізації проєкту. Однак, як показала практика, результатом такого підходу є отримання оцінок незадовільної точності, що виявляється вже на етапі реалізації проєкту.

Із сформульованого вище впливає, що розроблення інформаційної технології оцінювання проєктів з розробки програмного забезпечення, яка забезпечує уникнення «одноразових» оцінок на етапах аналізу та проєктування (що передують початку реалізації проєкту), враховує Agile-природу сучасних підходів до реалізації проєктів, а також використовує часові одиниці (людино-години) для визначення трудоемності розробки, є актуальною науково-прикладною задачею.

Ступінь обґрунтованості та достовірності наукових положень, висновків та рекомендацій

Представлені в дисертації наукові положення та рекомендації є в достатній мірі обґрунтованими завдяки огляду наукових літературних джерел, проведеному теоретичного аналізу, результатам експериментальних досліджень та практичному досвіду автора в оцінюванні проєктів з розробки програмного забезпечення.

Практична цінність результатів дисертації підтверджується їх використанням для:

- виконання трьох науково-дослідних робіт кафедри автоматизованих систем управління Національного університету «Львівська політехніка», що виконувалася за рахунок коштів загального фонду державного бюджету (підтверджено актами впровадження);

- викладання дисциплін «Математичні методи дослідження операцій» та «Командна робота і презентаційні навички» для студентів першого

(бакалаврського) рівня вищої освіти, що навчаються за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки» (підтверджено актом впровадження).

**Наукова новизна висновків, положень та рекомендацій,
викладених у дисертації**

Автором розв'язано актуальну наукову задачу – розроблення методів оцінювання проєктів з розробки програмного забезпечення, а також розроблення інформаційної технології, що забезпечує застосування цих методів на практиці. При цьому отримано такі нові наукові результати:

вперше розроблено:

- метод поетапного оцінювання проєктів з розробки ПЗ, що передбачає послідовну підготовку попередньої, проміжної та детальної оцінок, поступово підвищуючи рівень деталізації та точність оцінки по мірі поглиблення розуміння вимог до проєкту, а також враховуючи agile-природу підходів, використовуваних на етапі реалізації проєкту;

- метод підтримки прийняття рішень щодо складу команди та графіку реалізації проєкту, що базується на розв'язанні задач цілочисельного програмування та ранжуванні альтернатив зі застосуванням методу аналізу ієрархій, який у поєднанні з методом поетапного оцінювання дає змогу підвищити ефективність роботи експертів над оцінкою;

отримали подальший розвиток:

- метод List Scheduling, використаний для побудови графіку реалізації елементів оцінювання, враховуючи умову балансу між нормалізованою оцінкою розробки змісту проєктних робіт та нормалізованою спроможністю розробки проєктної команди; сформульовано критерій якості графіку реалізації елементів оцінювання, який базується на мінімізації нормалізованого часу простою проєктної команди;

- метод Fuzzy Miner, до основної здатності якого будувати схеми слабоструктурованих бізнес-процесів додано також можливості опрацювання потоків даних та врахування еволюції схеми бізнес-процесу, що дає змогу підтримувати

схему бізнес-процесу в актуальному стані за умов постійного надходження даних про його реальний перебіг.

Повнота викладу в наукових публікаціях, зарахованих за темою дисертації, відсутність порушення академічної доброчесності

Результати дисертації Войтишина В.В. доповідалися і обговорювалися на 10-ти міжнародних наукових та науково-технічних конференціях. Основні результати дисертації відображені у 6-ти наукових статтях, з яких: 3 статті у наукових фахових періодичних виданнях України та 3 статті у наукових періодичних виданнях інших держав (дві з яких включені до науко-метричних баз Scopus та Web of Science).

Публікація автором результатів досліджень у рецензованих виданнях, які передбачають попередню перевірку матеріалів на відсутність запозичень, є одним із елементів підтвердження відсутності порушень академічної доброчесності.

У рукописі дисертації академічного плагіату не виявлено.

Аналіз форми та змісту дисертації

Дисертація викладена на 307 сторінках та складається з анотації (українською та англійською мовами), списку публікацій здобувача за темою дисертації (16 публікацій), змісту, переліку скорочень, вступу, чотирьох основних розділів (в яких міститься 15 рисунків та 14 таблиць), висновків, списку використаних джерел (154 найменування) та 13 додатків. За своєю структурою, стилем викладенням та оформленням дисертації відповідає вимогам МОН України. Робота написана грамотною українською мовою з використанням сучасної наукової термінології, для переважної більшості вжитих термінів приведені як україномовні, так і англійські еквіваленти, стиль викладення матеріалу є послідовним, структурованим та логічним.

У **вступі** обґрунтовано актуальність теми дисертації, вказано вчених, які зробили значний внесок у теорію та практику методів оцінювання, сформульовано мету дослідження та науково-прикладні завдання, необхідні для її досягнення, показано зв'язок дослідження з науковими програмами та темами, сформульовано

наукову новизну отриманих результатів, їх практичну цінність та особистий внесок здобувача.

Перший розділ дисертації структуровано наступним чином:

- 1) конкретизовано ключові поняття, що використовуються у дисертації, зокрема: оцінка та її складові, точність, надійність та правдивість оцінки;
- 2) проведено аналіз існуючих методів оцінювання та здійснено їх класифікацію, що відповідає основним етапам їх еволюції;
- 3) зроблено огляд здобутків українських науковців та практиків у галузі оцінювання проєктів з розробки програмного забезпечення;
- 4) надано обґрунтування, що оцінювання проєктів в організації, що займається розробкою програмного забезпечення на регулярній основі, є слабоструктурованим бізнес-процесом, а також праведно огляд існуючих методів процес-майнінгу, які призначені для опрацювання бізнес-процесів такого типу;
- 5) як підсумок першого розділу, сформульовано проблеми, виявлені автором у галузі оцінювання проєктів з розробки програмного забезпечення, та зроблено постановку наукових задач дисертації.

У **другому розділі** викладено основні наукові результати дисертації. У першому підрозділі сформульовано основну ідею методу поетапного оцінювання: оцінювання є невід'ємною складовою життєвого циклу проєкту з розробки програмного забезпечення, починаючи від ранніх етапів аналізу та проєктування та звершуючи етапом розробки. У наступних підрозділах другого розділу сформульовано теоретичні положення, на яких базуються розроблені автором методи оцінювання, до яких, зокрема, належать: ієрархічна структура елементів оцінювання, структура робочого часу інженера-розробника, підхід нормалізації до оцінювання трудоемності, система рівнянь балансу робочого часу. У другому розділі представлено три методи, розроблені у цій дисертації:

- 1) метод поетапного оцінювання, що включає підготовку попередньої, проміжної та детальної оцінок;
- 2) метод побудови розкладу реалізації елементів оцінювання, що є подальшим розвитком існуючого методу List Scheduling, та базується на балансуванні

нормалізованої оцінки розробки проєктних задач та нормалізованої спроможності розробки проєктної команди;

3) метод підтримки прийняття рішень щодо складу команди та графіку реалізації проєкту, який дає змогу згенерувати множину варіантів, як результат розв'язання задач цілочисельного програмування, із наступним ранжуванням цих варіантів, застосовуючи метод аналізу ієрархій.

У висновках до другого розділу сформульовано три пункти наукової новизни дисертації, що відповідають трьом розробленим методам оцінювання.

У **третьому розділі** дисертації розкрито точку зору на оцінювання проєктів з розробки програмного забезпечення, як на бізнес-процес в організації, яка займається розробкою програмного забезпечення на регулярній основі для власних потреб або на замовлення. Відштовхуючись від слабкої структурованості бізнес-процесу оцінювання (що обґрунтовано у першому розділі роботи), побудовано концептуальну схему цього бізнес-процесу, а також представлено розроблений автором метод побудови його актуальної схеми, який є подальшим розвитком існуючого методу процес-майнінгу Fuzzy Miner. Описано архітектуру модуля інформаційної технології, що опрацьовує дані про проходження процесу оцінювання та реалізує розроблений метод побудови актуальної схеми бізнес-процесу оцінювання.

Четвертий розділ дисертації присвячено інформаційній технології оцінювання проєктів з розробки програмного забезпечення, метою якої є забезпечити практичне застосування розроблених методів оцінювання. У четвертому розділі, зокрема, сформульовано завдання, сферу застосування та ідентифіковано користувачів цієї інформаційної технології, проведено аналіз функційних вимог та здійснено проєктування архітектури. З метою демонстрації можливостей методів оцінювання, розроблених автором в рамках цієї дисертації, проведено попереднє, проміжне та детальне оцінювання програмного забезпечення інформаційної технології (деталі відповідних розрахунків у розгорнутому вигляді представлено у додатках до роботи). На завершення четвертого розділу окреслено подальші перспективи розвитку інформаційної технології як програмного продукту.

У загальних висновках дисертації сформульовано основні результати роботи, які узгоджуються з метою та завданнями дослідження.

Недоліки та зауваження до дисертації

1. У першому розділі згадуються вже існуючі набори даних (як з публічним доступом, так і комерційні), в яких містяться інформація про оцінки проєктів, а також результати їх фактичного виконання; однак, у дисертації немає проведеного аналізу цих наборів даних.

2. У дисертації неодноразово зазначається, що ієрархічна структура елементів оцінювання є основою для нормалізованої оцінки розробки змісту проєктних робіт, однак не вистачає рекомендацій як щодо декомпозиції змісту проєктних робіт з метою його представлення у вигляді ієрархічної структури елементів оцінювання, так і щодо надання нормалізованої оцінки розробки для елементів оцінювання (це, зокрема, стосується етапів проміжного та детального оцінювання).

3. У дисертації немає порівняння розроблених методів оцінювання із вже існуючими методами (наприклад, COCOMO II, FPA, COSMIC, SLIM). Також корисним було б додати інформацію про можливе комбінування методів, розроблених в рамках цієї роботи, та існуючих методів.

4. У методі підтримки прийняття рішень щодо складу проєктної команди та графіку реалізації проєкту зроблено припущення, що всі обмеження відповідних задач цілочисельного програмування є лінійними. Однак, не розглянуто ситуацій, коли такі обмеження мають нелінійний характер.

5. У дисертації немає прикладу практичного застосування методу побудови схеми слабоструктурованого бізнес-процесу.

6. У тексті дисертації зустрічається ряд стилістичних та орфографічних неточностей.

Вважаю, що висловлені вище зауваження не є визначальними та не применшують загальної наукової новизни й практичної значущості результатів дослідження, можуть розглядатися як рекомендації щодо подальших наукових досліджень та

впровадження отриманих результатів на практиці і не впливають на загальом позитивну оцінку дисертації.

Загальний висновок

Дисертація Войтишина Володимира Володимировича на тему «Інформаційна технологія оцінювання проєктів з розробки програмного забезпечення» є завершеною науковою працею, що представлена на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки» (галузь знань 12 «Інформаційні технології»), яка за своїм змістом, структурою, обсягом, науковою новизною та практичним значенням відповідає спеціальності 122 «Комп'ютерні науки», вимогам «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження доктора філософії», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 року №44 зі змінами згідно з Постановою КМ №9341 від 21.03.2022, а її автор, Войтишин Володимир Володимирович, заслуговує присудження йому наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки».

Офіційний опонент, завідувач
кафедри інформаційних технологій
Львівського національного
університету ветеринарної
медицини та біотехнологій імені
С.З. Гжицького, Міністерства
освіти і науки України
доктор технічних наук, професор



Анатолій ТРИГУБА



ПІДПИС
ЗАСВІДЧУЮ