

Голові разової спеціалізованої вченої ради
Національного університету
«Львівська політехніка»
д.т.н., проф. Цмоцю Івану Григоровичу

ВІДГУК РЕЦЕНЗЕНТА

кандидата технічних наук, Пукача Андрія Ігоровича на дисертаційну роботу
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. Розробка програмного забезпечення (ПЗ) є надзвичайно комплексним процесом області інформаційних технологій (ІТ), що включає в собі безліч складових, в основі яких лежать відповідні науково-прикладні та прикладні практичні проблеми, задачі, особливості, тощо. В свою чергу, з точки зору бізнесу, одним із ключових аспектів реалізації проєктів з розробки ПЗ є прогнозованість обсягу ресурсів та часу, необхідних для їх успішного виконання. Адже, як показує практика, та на основі досвіду ІТ-компаній, невірне оцінювання ресурсів та часу часто стає причиною цілого ряду проблем на етапі реалізації і призводить до неуспішного завершення чи навіть провалу проєктів.

Існує ряд відомих рішень розв'язання задекларованої проблеми, серед яких: «класичні» методи оцінювання (ключовою проблемою яких є їх складність); Agile-методи (суттєвим недоліком яких є те, що вони призначені для використання на етапі реалізації проєкту і не передбачають можливості застосуванням на етапах аналізу та проєктування); а також методи, що базуються на технологіях машинного навчання (головною пересторогою яких є їх вузька спеціалізованість та неможливість використання в разі відсутності достатнього обсягу історичних даних).

Спільним недоліком практично всіх існуючих методів оцінювання проєктів з розробки ПЗ є те, що вони застосовні лише на певному етапі життєвого циклу проєкту, та не забезпечують поетапного оцінювання (із послідовною передачею результатів оцінювання між етапами) комплементарного життєвому циклу розробки ПЗ, починаючи від виникнення ідеї проєкту аж до завершення його реалізації та передачі готового рішення замовнику.

З наведеного випливає, що розроблення інформаційної технології оцінювання проєктів з розробки програмного забезпечення є актуальною науково-прикладною задачею в контексті особливостей, продиктованих вимогами сучасного ринку ІТ.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертація виконувалася відповідно до пріоритетних напрямів науково-дослідних робіт Національного університету «Львівська політехніка» та відповідно до координаційних планів Міністерства освіти й науки України. Зокрема, наукові дослідження виконувалися в рамках держбюджетних наукових тем кафедри Автоматизованих Систем Управління: «Інтелектуальні інформаційні технології багаторівневого управління енергоефективністю регіону» (номер держреєстрації 0117U004450, роки виконання: 2017-2018); «Методи та засоби нейронечіткого управління групою мобільних робототехнічних платформ» (номер держреєстрації: 0123U101688, роки виконання: 2023-2024); «Методи та засоби інтелектуального вимірювання параметрів руху та визначення просторової орієнтації наземних мобільних робототехнічних платформ» (номер держреєстрації: 0124U000822, роки виконання: 2024-2026). Документи, що підтверджують впровадження результатів дисертаційного дослідження надано автором у відповідному додатку.

Наукова новизна роботи полягає в тому, що автором розв'язано актуальну наукову задачу розроблення методів оцінювання проєктів з розробки ПЗ та інформаційної технології, що забезпечує застосування розроблених методів на практиці.

При цьому отримано такі нові 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 із застосуванням методу аналізу ієрархій, який, у поєднанні з методом поетапного оцінювання, дає змогу підвищити ефективність роботи експертів над оцінкою;

отримав 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, а також 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, можливість 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 актуальний перебіг.

Ступінь обґрунтованості наукових положень і висновків дисертації та їх достовірність. При вирішенні поставлених у дисертації задач, створенні наукових положень, висновків та рекомендацій, автором застосовані дані, які одержані з літературних джерел, з результатів аналізу сучасного стану та перспектив розвитку методів оцінювання проєктів з розробки ПЗ. Таким чином, наведені в дисертації результати слід вважати достатньо обґрунтованими, що підтверджується даними моделювань, експериментальних досліджень та практичними результатами, котрі підтверджується, також, наявними актами впроваджень.

Наукове значення виконаного дослідження.

Отримані автором наукові положення та практичні результати можуть бути використані при розробці інтелектуалізованих систем та/або інформаційних технологій оцінювання проєктів з розробки ПЗ. Результати є значущими для галузі 12 «Інформаційні технології» та спеціальності 122 «Комп'ютерні науки».

Практичне значення одержаних результатів полягає в наступних твердженнях. Зокрема, метод поетапного оцінювання та метод побудови розкладу реалізації елементів оцінювання готові до практичного застосування. Завдяки своїй простоті, ці методи дозволяють навіть найпростішу програмну реалізацію у табличному редакторі. Для кожного із трьох етапів оцінювання: попереднього, проміжного, детального – розроблено схеми застосування (із відповідними візуалізаціями у вигляді діаграм активностей UML), а також визначено умови, за яких застосування відповідного етапу оцінювання не рекомендовано. Також, метод підтримки прийняття рішень щодо складу команди та графіку реалізації проєкту готовий до практичного застосування у поєднанні із методом поетапного оцінювання. Надано рекомендації щодо його програмної реалізації (зокрема, запропоновано бібліотеки для розв'язання задачі цілочисельного програмування). Програмна реалізація цього методу, у вигляді Python-скрипта, готова до практичного використання. Крім того, розроблена архітектура та підготована оцінка інформаційної технології можуть бути взяті за основу для реалізації програмного продукту, метою якого є автоматизація бізнес-процесу оцінювання проєктів з розробки ПЗ (в рамках цієї дисертаційної роботи розроблено прототип відповідного ПЗ). В доповнення, результати дисертаційних досліджень впроваджені в навчальний процес кафедри автоматизованих систем управління (АСУ) Національного університету «Львівська політехніка» при викладанні наступних дисциплін: «Командна робота та презентаційні навички» та «Математичні методи дослідження операцій».

Повнота оприлюднення результатів дисертаційної роботи. Результати дисертаційної роботи Войтишина В. В. доповідалися і обговорювалися на

міжнародних науково-практичних та науково-технічних конференціях, та викладено у 16 наукових публікаціях, де повністю відображені основні результати дисертації, з них отримано вагомий науковий доробок автора у вигляді опублікованих 3 статей у наукових фахових виданнях України; 3 статей у наукових періодичних виданнях інших держав, що включені до наукометричних баз даних; а також 10 тезах доповідей конференцій.

Короткий аналіз структури та змісту дисертаційної роботи. Дисертаційна робота складається із вступу, чотирьох розділів, висновків, списку літератури з 154 найменувань та 13 додатків. Загальний обсяг дисертації становить 307 сторінок, з них 177 сторінок основного тексту, який містить 15 рисунків та 14 таблиць. За структурою, мовою та стилем викладення дисертація відповідає вимогам МОН України. Робота написана літературною українською мовою з використанням сучасної наукової термінології, а стиль викладення матеріалу є послідовним та логічним.

У вступі обґрунтовано актуальність теми дисертаційного дослідження, сформульовано мету дослідження та науково-прикладні завдання, необхідні для її досягнення, показано зв'язок дослідження з науковими програмами та темами, наведено наукову новизну отриманих результатів, їх практичну цінність та особистий внесок здобувача.

У першому розділі дисертаційного дослідження конкретизовано поняття оцінки проєкту з розробки ПЗ, надано перелік складових цієї оцінки, а також сформульовано визначення точності та надійності оцінки. Паралельно з цим, розглянуто існуючі методи оцінювання проєктів розробки ПЗ, а також, відповідним чином, класифіковано їх за чотирма категоріями, кожна з яких відповідає етапу їх еволюції, які, в свою чергу, відображають основні тенденції у розробці ПЗ відповідного періоду. Наведено основні переваги та недоліки існуючих рішень.

У другому розділі розгорнуто теоретичні основи розроблених методів, ключовими з яких є оцінювання в контексті життєвого циклу проєкту з розробки ПЗ, ієрархічна структура елементів оцінювання, структура робочого часу інженера-розробника, підхід «нормалізації» до оцінювання трудоемності, система рівнянь

балансу робочого часу проєктної команди. Розроблено метод поетапного оцінювання, застосовний на етапах аналізу та проєктування, який передбачає підготовку попередньої, проміжної та детальної оцінок, кожна наступна з яких є точнішою та детальнішою завдяки поглибленню розуміння вимог до проєкту. Як доповнення, вперше розроблено метод підтримки прийняття рішень щодо складу команди та графіку реалізації проєкту, який базується на розв'язанні задач цілочисельного програмування з наступним застосуванням методу аналізу ієрархій для ранжування отриманих альтернатив. А також, розроблено метод побудови розкладу реалізації елементів оцінювання, який є подальшим розвитком методу List Scheduling. Цей метод є комплементарним до методу поетапного оцінювання, та рекомендується до застосування на етапі детального оцінювання.

У третьому розділі обґрунтовано доцільність врахування слабкої структурованості бізнес-процесу оцінювання проєктів, яка забезпечує достатній ступінь гнучкості для ефективного застосування експертних даних, що дає змогу отримувати конкурентоспроможні результати. Розроблено концептуальну схему бізнес-процесу оцінювання, яка відображає основні активності, рекомендовану послідовність їх виконання, а також ключові відповідальності виконавців. Крім того, розроблено метод побудови актуальної схеми бізнес-процесу оцінювання, який є подальшим розвитком методу процес-майнінгу Fuzzy Miner. В доповнення, описано архітектуру та реалізацію прототипу модуля ПЗ ІТ, що призначений для моніторингу виконання бізнес-процесу оцінювання, застосовуючи підходи до опрацювання потоків даних та розроблений метод процес-майнінгу побудови схеми слабоструктурованого бізнес-процесу.

У четвертому розділі представлено інформаційну технологію, що реалізує методи, розроблені в рамках дисертаційної роботи. При цьому, аналіз вимог та проєктування архітектури ІТ здійснено разом із оцінюванням її ПЗ, демонструючи, тим самим, можливість розроблених методів Крім того, реалізовано прототип ІТ із застосуванням технологій швидкої розробки Microsoft Power Platform. В свою чергу, відштовхуючись від результатів попереднього оцінювання та нефункційних вимог до ІТ, обґрунтовано вибір сценарію реалізації її повнофункційної версії.

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

Зауваження та дискусійні положення щодо змісту дисертації.

В роботі зазначено існування та наявність можливого впливу зовнішніх (відносно проекту) факторів, проте їх суть та особливості розкриті лише поверхнево. Враховуючи специфіку проблематики досліджуваної області, а також кон'юнктури ринку ІТ, можливо, було б доцільно приділити дещо більше уваги щодо розкриття тематики впливу саме таких факторів в контексті запропонованих та розроблених автором рішень.

У першому розділі здійснено комплексний огляд існуючих на сьогодні рішень в області проблематики оцінювання проєктів з розробки ПЗ, проте не наведено узагальненої єдиної структурованої системи класифікації представлених існуючих методів.

У висновках до розділів 2 і 3 було б доцільно зазначити конкретні показники покращення, отримані в результаті подальшого розвитку існуючих методів List Scheduling та Fuzzy Miner.

У четвертому розділі представлено розроблений прототип інформаційної технології, реалізований із застосуванням Microsoft Power Platform, що, в якості позитивного аспекту, дало змогу скоротити час розробки, проте, не наведено негативні аспекти від застосування саме цієї платформи для реалізації необхідних NC/LC-рішень.

У тексті дисертаційної роботи подекуди зустрічається ряд стилістичних, орфографічних та пунктуаційних неточностей.

Слід відмітити, що зазначені зауваги не знижують загальної позитивної оцінки дисертаційної роботи.

Висновок

Не зважаючи на виявлені недоліки, дисертаційна робота Войтишина Володимира Володимировича на тему «Інформаційна технологія оцінювання

проектів 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 паспорту 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 рецензент, кандидат технічних наук,
асистент кафедри автоматизованих систем управління
Національного університету
«Львівська політехніка»



Андрій ПУКАЧ

«Підпис Пукача А.І. засвідчую»:

Вчений секретар
Національного університету
«Львівська політехніка»



Роман БРИЛИНСЬКИЙ