

Голові разової спеціалізованої вченої ради
Державного університету
«Житомирська політехніка»
доктору технічних наук, професору
ПОДЧАШИНСЬКОМУ Юрію Олександровичу

РЕЦЕНЗІЯ

кандидата технічних наук, доцента ПЛЕЧИСТОГО Дмитра Дмитровича
на дисертацію МОСКАЛИКА Дмитра Олександровича «Моделювання
ефективності розробки програмного забезпечення в залежності від типу
архітектури серверних програмних систем», подану на здобуття ступеня
доктора філософії за спеціальністю 121 Інженерія програмного
забезпечення галузі знань 12 Інформаційні технології

Актуальність теми дисертаційного дослідження. Інформаційні технології продовжують бути одним з глобальних рушіїв розвитку, що показує як світова економіка, так і, зокрема, економіка України. У 2025 році ІТ-послуги склали частку 42% від загального українського експорту послуг. Згідно з аналізом провідної дослідницької компанії Gartner, світові витрати на ІТ у 2026 році складуть до \$6.15 трлн, зі зростанням до 10.8%. Також з 2022 року перед Україною постав виклик широко-масштабного вторгнення Росії, що призвело до розвитку і виокремлення українського сектору Mil-Tech з інноваційними військовими продуктами, які застосовують інформаційні технології.

Розробка програмного забезпечення – це ключова складова галузі інформаційних технологій, і вона є комплексним соціо-технічним процесом, на який впливає широкий спектр факторів – як технологічних, так і організаційних та людських. Архітектура серверних програмних систем має безпосередній вплив на функціональні можливості та обмеження програмних продуктів, придатність до подальшого масштабування та обслуговування. Окрім того, вибір архітектурної моделі впливає на ефективність взаємодії команд розробки, в контексті їх організаційної структури, функціонального розподілу та географічного розташування – що безпосередньо корелюється із загальною

продуктивністю процесу розробки та його вартістю. Тому дисертаційна робота Москалика Дмитра Олександровича, яка направлена на дослідження ефективності процесу розробки ПЗ в залежності від його архітектури, є актуальною та своєчасною.

Оцінка обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірності та новизни.

Ознайомлення з дисертаційною роботою та публікаціями автора дозволяє стверджувати про змістовний аналіз і належний рівень обґрунтованості та достовірності положень та висновків. В ході дослідження здобувачем використано і проаналізовано 102 джерела; зроблено 9 публікацій за темою дисертації; отримані результати представлялися та обговорювалися на 6 наукових українських та міжнародних конференціях.

Наукова новизна одержаних автором результатів дисертаційного дослідження полягає в наступному:

- Вперше розроблено агентно-орієнтовану симуляційну модель процесу розробки ПЗ, яка охоплює повний спектр задач процесу розробки та дозволяє кількісно оцінити вплив вибору типу архітектури серверної програмної системи на загальну ефективність процесу розробки ПЗ; побудовано регресійні моделі оцінки ефективності розробки програмного забезпечення для монолітної, модульної монолітної та мікросервісної програмних архітектур; проаналізовано та кількісно описано вплив розміру та складу команд розробки, їх географічного розподілу, виду практики власності програмного коду, обсягу коду та кількості модулів на ефективність процесу розробки ПЗ в залежності від обраної архітектури;

- Уточнено вплив розподілу команд між часовими поясами на продуктивність розробки та характеристики масштабування команд розробки для обраних архітектурних підходів.

- Розвинуто алгоритми генерації потоку вхідних задач та моделювання зв'язності між модулями програмної системи для симуляції процесів розробки ПЗ.

Практична цінність отриманих результатів полягає у тому, що вони дозволяють: як аргументовано обирати тип архітектури для нових серверних програмних систем в прив'язці до контексту конкретних організацій, так і кількісно оцінювати доцільність зміну типу архітектури для існуючих

програмних рішень; проводити детальні симуляції процесів розробки ПЗ з кількісною оцінкою ефективності, і впроваджувати зміни для її підвищення; оптимізувати процеси утворення та розвитку команд розробки керівниками організацій та проєктними керівниками в залежності від архітектури програмних продуктів.

Результати дисертаційного дослідження набули практичного впровадження у ТОВ “Візевен Європа” та “Sana Commerce”.

З огляду на вказані вище аспекти можу зробити висновок, що дисертаційне дослідження проведено здобувачем на високому рівні, має наукову новизну та несе практичну цінність.

Оцінка змісту дисертації, її завершеність та дотримання принципів академічної доброчесності.

Дисертаційна робота є завершеним науковим дослідженням, яке свідчить про особистий внесок здобувача у науковий напрям. За своїм змістом дисертаційна робота МОСКАЛИКА Дмитра Олександровича повністю відповідає Стандарту вищої освіти зі спеціальності 121 Інженерія програмного забезпечення та напрямкам досліджень відповідно до освітньої програми «Інженерія програмного забезпечення». У дисертації не виявлено порушень академічної доброчесності. Присутні посилання на відповідні джерела інформації та дотримано всіх норм законодавства про авторське та суміжні з ним права.

Мова та стиль викладення результатів.

Дисертаційна робота МОСКАЛИКА Дмитра Олександровича написана українською мовою. За змістом робота є науковою працею з викладеними положеннями та результатами, які свідчать про належне вивчення автором напрямку дослідження і його особистий науковий внесок. Робота відповідає чинним вимогам щодо дисертацій на здобуття ступеня доктора філософії.

Оформлення дисертації відповідає вимогам Державних стандартів України. Представлена робота має чітко сформульовану мету і визначені завдання. Текст дисертації написано зрозуміло та послідовно, з грамотним і доречним використанням технічних термінів та понять.

Дисертаційна робота складається з анотації, вступу, трьох взаємопов’язаних розділів, висновків до кожного розділу, загальних висновків, списку використаних джерел (102 найменування, з них 88 іноземною мовою), 9 додатків.

Загальний обсяг роботи складає 243 сторінки, з них 151 сторінка основного тексту, що відповідає діючим вимогам до об'єму дисертації.

У вступі до дисертації обґрунтовано актуальність теми дослідження, сформульовано мету та завдання дослідження, описано застосовані методи дослідження, визначено наукову новизну та практичне значення отриманих результатів, надано інформацію щодо апробації та наукових публікацій.

У першому розділі проведено аналіз наявних джерел та досліджень у сфері моделювання процесів розробки ПЗ. Розглянуто ключові аспекти симуляційного моделювання. Проаналізовано класичні моделі оцінювання трудовитрат, аргументовано необхідність їх адаптації до сучасних реалій з гнучкими методами управління проєктами та розподіленими командами. Описано життєвий цикл процесу сучасної розробки ПЗ та основні фактори, які впливають на його продуктивність.

У другому розділі математично та алгоритмічно обґрунтовано підхід до симуляції процесу розробки ПЗ. Запропоновано алгоритм генерації потоку задач на базі зворотного розподілу Гауса з адаптацією для аномальних емпіричних значень. На основі даних Apache Software Foundation та аналізу восьми проєктів з відкритим кодом виявлено логнормальний розподіл розміру модулів коду та частоти їх змін, а також виявлено степеневу залежність зв'язності модулів від частоти змін. Обґрунтовано вибір агентно-орієнтованого підходу до симуляції процесу розробки ПЗ та розроблено архітектуру програмного комплексу на основі фреймворку MARS LIFE, що враховує структуру кодової бази, вид власності коду, склад і географічний розподіл команд, втому розробників та процес рецензування коду.

У третьому розділі побудовано модель симуляції процесу розробки ПЗ на основі агентно-орієнтованого моделювання, проведено 8080 симуляцій. В результаті аналізу проведених симуляцій виявлено ступінь впливу технічних та організаційно-соціальних факторів на ефективність процесу розробки. Побудовано п'ять типів регресійних моделей оцінки ефективності процесу розробки. Виявлено, що ансамблеві регресійні моделі Random Forest та Gradient Boosting мають найвищу точність з коефіцієнтом детермінації від 0,92 до 0,97. Проведено валідацію симуляційної моделі та регресійних моделей. Надано

практичні рекомендації щодо підвищення ефективності розробки для кожного з представлених типів архітектури.

Оприлюднення результатів дисертаційної роботи.

Результати дослідження опубліковано у 9 наукових працях: 3 статті у фахових виданнях категорії «Б» та 6 матеріалів конференцій, з-поміж яких 1 публікація у збірнику міжнародної конференції, що індексується в базі даних Scopus. Публікації МОСКАЛИКА Дмитра Олександровича є достатніми за кількістю і розкривають основні результати дослідження, викладені у дисертації.

Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи:

1. Агентно-орієнтована симуляційна модель заявлена як результат категорії «вперше», але поведінкові правила агентів, механізми їх взаємодії та прийняття рішень описано переважно на рівні «визначається параметром», без формального чи алгоритмічного представлення. Було б доречним надати більш детальний опис внутрішньої логіки окремого агента — як він обирає наступну задачу, за яких умов ініціює або відхиляє рецензування, як втома впливає на якість виконання.

2. У тексті дисертації культурні відмінності та мовні бар'єри згадуються як суттєві фактори для розподілених команд, однак ці фактори не включено до створеної симуляційної моделі і водночас не охарактеризовано як свідомо виключені з поясненням причин.

3. В процесі моделювання розкладу та робочого часу команд розробки, окрім втоми також доречно було б врахувати такі події, як відсутність з причин запланованої відпустки або випадкового захворювання. В контексті різних типів власності коду, об'єму кодової бази та можливих типів архітектури ці чинники також мали б відчутний вплив на підрахунки ефективності процесу розробки.

4. Останніх 1-2 роки галузь розробки ПЗ стрімко інтегрує штучний інтелект в агентському режимі (AgI). При цьому швидкість розвитку можливостей AgI суттєво випереджує реальне впровадження в умовах бізнесу та виробництва, але вже можна впевнено сказати, що штучний інтелект стає одним з ключових інструментів підвищення ефективності та продуктивності. В контексті даного дисертаційного дослідження застосування і вплив AgI на загальну ефективність розробки становив би окремий науковий інтерес.

Варто зазначити, що висловлені зауваження несуть переважно рекомендаційний характер. Розширення моделі додатковими параметрами, з одного боку зробило б моделювання ще більш реалістичним, а з іншого – ускладнило б реалізацію. Представлена робота несе наукову цінність, а отримані здобувачем результати становлять вагомий внесок по темі дослідження.

Висновок про дисертаційну роботу.

Дисертаційна робота Москалика Дмитра Олександровича «Моделювання ефективності розробки програмного забезпечення в залежності від типу архітектури серверних програмних систем», що подана на здобуття ступеня доктора філософії, містить нові науково-обґрунтовані результати у сфері інженерії програмного забезпечення. Дисертаційна робота є завершеною науковою працею, виконаною автором самостійно на належному науково-технічному рівні, не порушує принципів академічної доброчесності, за змістом відповідає вимогам «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44. Автор роботи, МОСКАЛИК Дмитро Олександрович, заслуговує на присудження ступеня доктора філософії в галузі знань 12 – Інформаційні технології за спеціальністю 121 – Інженерія програмного забезпечення.

Рецензент:

Доцент кафедри комп'ютерних наук
Державного університету
«Житомирська політехніка»

кандидат технічних наук, доцент

«10» червне 2026 року

Дмитро ПЛЕЧИСТИЙ

