

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

ВІДГУК

офіційного опонента

доктора технічних наук, професора,
професора кафедри програмних засобів
Національного університету «Запорізька політехніка»

ОЛІЙНИКА Андрія Олександровича

на дисертаційну роботу

МОСКАЛИКА Дмитра Олександровича

на тему «**Моделювання ефективності розробки програмного забезпечення в залежності від типу архітектури серверних програмних систем**»,
представлену на здобуття ступеня доктора філософії
в галузі знань 12 – Інформаційні технології
за спеціальністю 121 – Інженерія програмного забезпечення

Актуальність теми дисертаційного дослідження. Розглядаючи актуальність обраної теми дисертаційного дослідження, слід зазначити, що сучасний етап розвитку індустрії програмного забезпечення характеризується стрімким зростанням складності серверних систем та різноманіттям архітектурних підходів до їх побудови. Вибір архітектури серверної програмної системи безпосередньо впливає на продуктивність команди розробників, швидкість виведення продукту на ринок, вартість супроводу та масштабованість рішення. Водночас у науковій літературі бракує систематизованих моделей, які б дозволяли кількісно оцінити ефективність процесу розробки залежно від обраного архітектурного стилю, що робить це питання науково значущим і практично затребуваним.

Актуальність дослідження посилюється тим, що в умовах конкурентного ринку організації змушені приймати архітектурні рішення на ранніх етапах

проєкту, коли ціна помилки є найвищою, а обсяг доступної емпіричної інформації – найменшим. Існуючі методики оцінювання переважно спираються на експертні судження або часткові метрики якості коду, проте не враховують комплексного впливу архітектурного типу на такі параметри ефективності, як трудомісткість розробки, частота дефектів, час розгортання та адаптивність до змін вимог. Побудова формалізованих моделей, що пов'язують тип архітектури з інтегральними показниками ефективності, здатна заповнити цю прогалину та надати інженерним командам обґрунтований інструментарій для прийняття рішень.

Окрім того, сучасні тенденції цифрової трансформації та перехід підприємств до хмарної інфраструктури суттєво розширюють спектр доступних архітектурних рішень, що додатково ускладнює вибір оптимальної стратегії. Моделювання ефективності розробки з урахуванням типу архітектури дозволяє не лише порівнювати альтернативні підходи за єдиною системою критеріїв, а й прогнозувати наслідки архітектурних рішень для конкретних проєктних контекстів, що має безперечну наукову та прикладну цінність.

Таким чином, тема дисертаційного дослідження є своєчасною, науково обґрунтованою та відповідає нагальним потребам як теорії програмної інженерії, так і практики промислової розробки програмного забезпечення.

Оцінка обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірності та новизни. Ознайомлення зі змістовною частиною дисертації та публікаціями автора дозволяє стверджувати, що наукові висновки, положення та рекомендації у дисертації мають належний рівень обґрунтованості та достовірності. Це переконливо підтверджується глибоким і критичним аналізом широкого спектра використаних джерел, а також достатньою кількістю публікацій за темою дисертації. Крім того, результати дослідження обговорювалися на шести міжнародних та всеукраїнських конференціях.

Наукова новизна одержаних здобувачем результатів дисертаційного дослідження полягає в наступному:

- Вперше розроблено агентно-орієнтовану симуляційну модель процесу розробки програмного забезпечення для різних типів архітектури серверних програмних систем, що охоплює повний життєвий цикл задач від програмування до розгортання та дозволяє кількісно оцінити вплив архітектурного стилю на ефективність процесу розробки програмного

забезпечення; побудовано параметричні та ансамблеві регресійні моделі оцінки ефективності розробки програмного забезпечення для кожного з досліджених архітектурних підходів; виявлено та кількісно описано вплив географічного розподілу, розміру та складу команд розробки, виду практики власності програмного коду, обсягу коду та кількості модулів на ефективність процесу розробки програмного забезпечення для монолітної, модульної монолітної та мікросервісної програмних архітектур.

- Уточнено закономірності впливу географічного розподілу команд між часовими поясами на продуктивність розробки для різних архітектурних моделей; характеристики масштабування команд розробки для різних архітектурних підходів.

- Подальшого розвитку набули алгоритми генерації потоку вхідних задач та моделювання зв'язності між модулями програмної системи для симуляції процесів розробки програмного забезпечення.

Отримані результати мають практичну важливість у тому, що:

- Побудовані регресійні математичні моделі оцінки ефективності розробки програмного забезпечення можуть бути використані як інструмент додаткової аргументації при первинному виборі між сервісно-орієнтованим та модульним монолітним архітектурними підходами для майбутніх серверних програмних систем, а також при оцінці доцільності переходу з поточного архітектурного рішення на альтернативне.

- Розроблений програмний комплекс на основі фреймворку MARS LIFE дозволяє проводити детальне симуляційне моделювання процесів розробки програмного забезпечення для різних типів програмної архітектури з метою ідентифікації факторів, що сповільнюють процес розробки, для подальшої оптимізації організаційного процесу такої розробки.

- Надані рекомендації по максимізації ефективності процесу розробки для кожного архітектурного підходу можуть бути безпосередньо використані керівниками програмних проєктів при плануванні складу команд, розподілі ресурсів та прийнятті рішень щодо географічного розташування розподілених команд розробки.

Результати дисертаційного дослідження пройшли апробації у двох ІТ-компаніях, що підтверджено відповідними довідками про впровадження.

Вважаю, що вказані вище аспекти є підставою для висновку, що дисертаційне дослідження виконане на високому рівні, має практичне значення та наукову цінність.

Оцінка змісту дисертації, її завершеність та дотримання принципів академічної доброчесності. Дисертаційна робота є завершеним науковим дослідженням та свідчить про наявність особистого внеску 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». Порушення академічної доброчесності у дисертації не виявлено, є 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 своїм змістом робота відповідає діючим вимогам щодо дисертацій на здобуття ступеня доктора філософії і являє собою наукову працю, яка містить сукупність наукових положень та результатів, виставлених автором для публічного захисту, має внутрішню єдність та свідчить про особистий внесок автора у науку.

Оформлення дисертації відповідає вимогам Державних стандартів України. Текст дисертації написаний грамотною технічною мовою, ясно та зрозуміло. Автор вірно та однозначно використовує загальновідомі технічні терміни та поняття. Матеріал викладений у логічній послідовності відповідно до поставленої мети та завдань дослідження.

Дисертаційна робота складається з вступу, трьох взаємопов'язаних розділів, висновків, списку літератури. Загальний обсяг роботи 243 сторінки, у тому числі 151 сторінка основного тексту, що відповідає чинним вимогам до об'єму дисертації.

Вступ дисертації містить обґрунтування актуальності теми дослідження, формулювання мети та завдань дослідження, визначення наукової новизни та практичної значущості отриманих результатів. Автор пояснює, який внесок обрана тема може зробити у відповідну галузь знань та які проблем можуть бути вирішені завдяки проведеному дослідженню.

У першому розділі дисертант здійснює критичний аналіз сучасного стану досліджень у галузі моделювання процесів розробки програмних систем. Зіставляються ключові підходи до імітаційного моделювання, серед яких перевагу віддано агентно-орієнтованому, оскільки він здатен відобразити поведінкові особливості окремих членів проєктної команди та їхню взаємодію. Також проаналізовано класичні інструменти оцінювання трудомісткості й показано, що вони потребують модернізації через зміну реалій індустрії, зокрема, перехід до ітеративних методологій управління проєктами, дистанційну співпрацю та розмаїття архітектурних підходів.

У другому розділі викладено формальний апарат, покладений в основу симуляційних експериментів. На базі емпіричних даних проєктів з відкритим вихідним кодом дисертант аналізує статистичні закономірності складності завдань та взаємозалежності програмних модулів, пропонуючи відповідні генеративні алгоритми. Описано спроектований програмний комплекс, що реалізує агентно-орієнтовану симуляційну парадигму із урахуванням структури кодової бази, практики власності коду, розміру й географічного розташування команд, а також таких аспектів, як втома розробників і практика рецензування змін до кодової бази.

У третьому розділі описана агентно-орієнтована симуляційна модель процесу розробки програмного забезпечення та наведено підсумки проведення 8080 симуляційних експериментів. За результатами зібраної інформації проведено детальний аналіз впливу кожного окремого фактору на продуктивність розробки для кожного типу програмної архітектури. Дисертант демонструє, що обраний тип архітектури є ключовим чинником, який визначає продуктивність команди. На основі отриманих даних побудовано регресійні моделі прогнозування ефективності, найточнішими серед яких виявилися ансамблеві методи. Валідацію симуляційної моделі здійснено методом експертного оцінювання.

Оприлюднення результатів дисертаційної роботи. Результати дослідження опубліковано у 9 наукових працях, з яких 3 статті у наукових фахових виданнях України, 6 у матеріалах конференцій. Публікації МОСКАЛИКА Дмитра Олександровича є достатніми за кількістю та розкривають основні результати дослідження, викладені у дисертації.

Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи:

1. Симуляційна модель процесу розробки враховує накопичення втоми розробників та «перемикання контексту» між написанням власного коду та рецензуванням чужого, але не включає в себе елемент періодичних робочих нарад, що дроблять робочий день на коротші відрізки, впливають на накопичення додаткової втоми і також вимагають часу на «перемикання контексту».

2. У підрозділі 2.2 для дослідження параметрів модульності було обрано 8 мікросервісних та модульних монолітних програмних проєктів з відкритим вихідним кодом, проте не наведено обґрунтування вибору саме цих проєктів для подальшого аналізу.

3. Запропоновані у підрозділі 3.3 регресійні моделі демонструють практичну цінність для оцінювання ефективності процесу розробки програмних систем. Водночас доцільним було б доповнити дослідження порівняльним аналізом цих моделей з іншими підходами до прогнозування, зокрема нейромережевими моделями, що дозволило б більш повно оцінити їх переваги та обмеження.

4. Було б доречним представити детальний опис моделі прийняття рішень агентами симуляції та навести відповідні діаграми переходу станів.

5. У дисертації трапляються поодинокі редакційні неточності, пов'язані з оформленням ілюстративного матеріалу. Зокрема, для окремих різних рисунків помилково використано однакові номери (рис. 3.4 на с. 111 та 114; рис. 3.7 на с. 123 та 124).

Проте висловлені зауваження носять переважно рекомендаційний характер і не зменшують цінності представленої роботи, її вагомому внеску у вирішення наукової проблеми.

Висновок про дисертаційну роботу. Дисертаційна робота Москалика Дмитра Олександровича «Моделювання ефективності розробки програмного забезпечення в залежності від типу архітектури серверних програмних систем», що представлена на здобуття ступеня доктора філософії, містить нові науково-обґрунтовані результати у сфері інженерії програмного забезпечення. Дисертаційна робота є завершеною науковою працею, що виконана самостійно автором на високому 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, а її автор, МОСКАЛИК Дмитро Олександрович, заслуговує на присудження ступеня доктора філософії в галузі знань 12 – Інформаційні технології за спеціальністю 121 – Інженерія програмного забезпечення.

Офіційний опонент:

Професор кафедри програмних засобів
Національного університету
«Запорізька політехніка»

