

Голові разової спеціалізованої вченої ради
Національного університету «Львівська політехніка»
д.т.н., професору Литвину Василю Володимировичу

РЕЦЕНЗІЯ

кандидата технічних наук, доцента Сеніва Максима Михайловича
на дисертаційну роботу **Луцика Іллі Ігоровича**

*«Методи та засоби створення адаптивних програмних систем на основі
онтологій»*

подану до захисту на здобуття наукового ступеня **доктора філософії**

з галузі знань 12 *«Інформаційні технології»*

та спеціальності 121 *«Інженерія програмного забезпечення»*

Актуальність теми.

Процес розроблення програмних систем передбачає виконання послідовності конкретно визначених етапів: від аналізу вимог, проектування, розробки та тестування до впровадження та підтримки. Проте доволі часто виникає проблема необхідності модифікації функціональності програмної системи вже безпосередньо після її розгортання. У цьому випадку додавання нових функцій є ресурсовитратним процесом та потребує повторного виконання етапів розробки із врахуванням особливостей нової функціональності та її інтеграції в уже існуючу систему. Внаслідок цього виникає проблема ефективного планування та використання ресурсів розробки для інтеграції нового функціоналу. Крім цього, адаптація існуючої системи до нових вимог вимагає залучення експертів з відповідної предметної області, які часто не є фахівцями в галузі інженерії програмного забезпечення.

Вирішенням зазначеної проблеми є розробка програмних систем, які забезпечують можливість динамічного розширення функціоналу та модифікації компонентів графічного інтерфейсу. Проте більшість наявних рішень не дозволяють виконувати модифікацію без статичної реконфігурації системи. У такому випадку доцільним є проектування складних систем на основі

використання принципів адаптації та самоадаптації. Дані підходи дозволяють узагальнити інформацію про інформаційну систему та змінити її вигляд чи поведінку у залежності від визначених правил адаптації. Проте, незважаючи на загальну ефективність, більшість методів потребують проведення реконфігурації системи при додаванні нової функціональності, що, в свою чергу, ускладнює процес адаптації.

Враховуючи проблематику розробки складних програмних систем, актуальною задачею є розробка методів реалізації самоадаптивних програмних систем шляхом визначення архітектури та процесу модифікації, які передбачають можливість динамічної зміни функціональності та графічного інтерфейсу програмного забезпечення в залежності від середовища виконання та потреб користувача.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Дисертацію виконано на кафедрі програмного забезпечення Національного університету «Львівська політехніка». Тема дисертації відповідає науковому напрямку кафедри – програмне та математичне забезпечення автоматизованих систем. Зокрема, дисертаційні дослідження виконувалися в межах кафедральної науково-дослідної роботи «Розробка адаптивних програмних систем з використанням онтологічного підходу», номер держреєстрації 0124U004349.

Ступінь обґрунтованості та достовірності основних наукових положень, висновків і рекомендацій.

Проведені теоретично-експериментальні дослідження підтверджують актуальність наукового напрямку. Отримані здобувачем наукові положення дисертаційної роботи обґрунтовані та якісно продовжують розвиток наукових досліджень, спрямованих на проєктування методів та засобів створення та підтримки динамічних адаптивних програмних систем.

Результати дисертаційної роботи перевірені на практиці, що підтверджено відповідними актами впровадження у навчальний процес

кафедри програмного забезпечення та ПП «ЛІНК АП СТУДІО». Правильність основних припущень та положень, на яких базуються запропоновані методи, підтверджують надійність отриманих результатів.

Наукова новизна отриманих результатів.

1. Вперше розроблено метод побудови моделі адаптивної програмної системи на основі онтологічного підходу, що дозволяє враховувати особливості понять та зв'язків предметних областей під час проектування програмного засобу та забезпечує можливість динамічного формування його системних характеристик.

2. Вперше розроблено метод визначення налаштувань програмної системи на основі онтологічних правил та зв'язків, використовуючи інформацію про вимоги та потреби користувача, що дає змогу опрацьовувати семантичні правила для окремих понять онтологічної моделі, а також забезпечує зменшення тривалості опрацювання інформації та скорочує процес адаптації програмної системи.

3. Удосконалено метод динамічної адаптації функціональності програмної системи та інтерфейсу користувача, який на відміну від наявних методів, дає змогу враховувати інформацію про поточний активний пристрій та проводити модифікацію компонент відповідно до нових вимог чи потреб користувача без необхідності повторної конфігурації та розгортання програмних систем.

4. Удосконалено метод використання брокерів повідомлень у процесі адаптації програмного забезпечення, що, у поєднанні з горизонтальним масштабуванням онтологічної моделі, дозволяє зменшити навантаження на сервіс адаптації за рахунок розподілу запитів до бази знань.

5. Отримала подальший розвиток технологія створення адаптивних програмних систем на основі онтологічного підходу, яка, на відміну від уже наявних, усуває статичність структури онтологічної моделі та дає змогу уніфікувати процес адаптації програмних систем для різних предметних областей.

Повнота викладу основних наукових положень та висновків в опублікованих працях.

Наукові положення та отримані результати повною мірою висвітлені у опублікованих автором наукових працях та апробовані на науково-технічних конференціях.

Основні положення дисертації опубліковано у 9 наукових працях, з яких: 2 статті у наукових фахових виданнях України, 1 стаття в науковому періодичному виданні, яке включено до міжнародної наукометричної бази Scopus та 6 праць у матеріалах і тезах конференцій.

Загальна характеристика дисертаційної роботи.

Дисертаційна робота Луцика І. І. є завершеною науковою працею, що містить вступ, чотири розділи, висновки, список використаних джерел та 4 додатки. Загальний обсяг роботи складає 158 сторінок, 31 рисунок, 7 таблиць та список використаної літератури із 123 найменувань.

У *вступі* аргументовано актуальність досліджуваної теми. Описано основну мету і завдання дисертації, зазначено об'єкт і предмет дослідження, а також вказано наукову новизну роботи та її практичне значення. Детально розкрито методи, що використовувалися в дослідженні, а також зазначено особистий внесок автора.

У *першому розділі* роботи проведено аналіз літературних джерел, пов'язаних із процесами проєктування та створення адаптивних програмних систем. Проведений аналіз доводить, що для забезпечення можливості динамічної модифікації функціональності програмної системи та інтерфейсу користувача доцільно використовувати онтологічні моделі, які забезпечують можливість модифікації знань про вимоги та налаштування системи без повторного розгортання та реконфігурації програмної системи.

У *другому розділі* роботи спроектовано моделі та методи адаптації програмного забезпечення на основі онтологічного підходу. Створена онтологічна модель у відповідності до абстрактного підходу дає змогу уніфікувати знання про предметну область та забезпечити подальшу

можливість модифікації програмної системи. Спроектовані метод визначення налаштувань програмної системи на основі онтологічних правил та зв'язків а також метод динамічної адаптації функціональності програмної системи та інтерфейсу користувача враховують інформацію про поточні вимоги і потреби користувача, та забезпечують реалізацію динамічного визначення необхідних налаштувань у процесі адаптації програмного забезпечення.

У *третьому розділі* наведено архітектурні рішення для створення багатомодульних адаптивних програмних систем. Архітектура адаптивної програмної системи спроектована у відповідності до комбінації принципів трирівневої клієнт серверної та компонентно-орієнтованої архітектури. Поєднання рівнів адаптивної програмної системи здійснювалося за допомогою брокерів повідомлень, що дають змогу зменшувати навантаження на програмні та апаратні ресурси системи. Використовуючи спроектовані архітектуру та метод використання брокерів повідомлень, розроблено алгоритм динамічної адаптації інтерфейсу користувача та функціональності програмної системи. Наведений алгоритм дає змогу здійснювати динамічну конфігурацію налаштувань програмної системи, використовуючи при цьому принципи рефлексії для можливості динамічної реєстрації компонентів адаптивної програмної системи.

У *четвертому розділі* описано розроблений прототип адаптивної програмної системи, що реалізовує спроектовані методи. Наведено приклади реалізації та використання алгоритму адаптації у процесі модифікації програмної системи. Здійснено експериментальне дослідження та порівняння підходів до проектування онтологічних моделей на основі метрик якості, а також проаналізовано тривалість адаптації програмної системи залежно від її конфігурації. Отримані результати підтверджують загальну ефективність використання абстракцій об'єктів предметної області у процесі адаптації програмної системи.

Отримані висновки, що подані у дисертації надають повну інформацію про виконання поставлених завдань та відповідають вимогам до наукових результатів, а також пропонують ефективні підходи та методи розв'язання

конкретних завдань. Ці результати мають значний науковий та практичний потенціал та можуть бути використані як основа для подальших досліджень у галузі інженерії програмного забезпечення.

Список використаних джерел свідчить про те, що під час роботи було проаналізовано сучасні результати наукових досліджень.

Дисертація є завершеною науковою працею, а її оформлення відповідає встановленим вимогам МОН України.

Відсутність (наявність) порушення академічної доброчесності.

За результатами аналізу дисертаційної роботи та публікацій автора порушення академічної доброчесності не виявлено. Елементи фальсифікації чи фабрикації тексту в роботі відсутні.

Зауваження до дисертації.

Незважаючи на загальне позитивне враження від дисертаційної роботи, варто відзначити деякі недоліки та зауваження до дисертаційної роботи:

1. Розроблена онтологічна модель адаптивної програмної системи на основі абстрактного підходу проєктування (рис. 2.3) враховує вимоги до UI (інтерфейсу користувача), але не враховує UX (досвід користувача). Відповідно, описуючи в роботі процес UI/UX адаптації доречно було б ширше описати методику UX адаптації, окресливши саме її особливість.
2. В п. 5 загальних висновків (с. 130) вказано що: «...поєднання принципів брокеру повідомлень та горизонтального масштабування дозволяють підвищити працездатність сервісу адаптації та забезпечити його безвідмовну роботу», але не вказано кількісних оцінок, на скільки змінились показники працездатності та безвідмовності.
3. В додатках автором наведено приклади коду для налаштування обміну повідомленнями з використанням технологій RabbitMQ та SignalR. Це передбачає виконання деяких дій вручну. Доцільно було б розробити утиліти для автоматичного розгортання цих сервісів.
4. Наявні стилістичні помилки: п.2 загальних висновків (с.129) слово

«системи» переставлено місцями; с.130 – «безвідмовну роботи» тощо.


Висновки.

За результатами аналізу змісту дисертаційної роботи вважаю, що дисертація Луцика Іллі Ігоровича «*Методи та засоби створення адаптивних програмних систем на основі онтологій*», яка представлена на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 121 «Інженерія програмного забезпечення» (галузь знань 12 «Інформаційні технології») є актуальною та завершеною науковою працею.

Беручи до уваги актуальність, наукову новизну та практичне значення одержаних результатів, вважаю, що дисертаційна робота відповідає вимогам наказу МОН України № 40 від 12.01.2017 р. «Про затвердження вимог до оформлення дисертації», Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії (Постанова Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44.), а її автор Луцик Ілля Ігорович заслуговує присудження ступеня доктор філософії за спеціальністю 121 «Інженерія програмного забезпечення».

Рецензент:

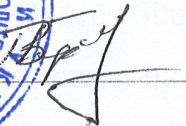
кандидат технічних наук,
доцент, доцент кафедри
програмного забезпечення
Національного університету
«Львівська політехніка»



Максим СЕНІВ

Підпис к.т.н., доцента Сеніва М. М. засвідчую:

Вчений секретар
Національного університету
«Львівська політехніка»



Роман БРИЛИНСЬКИЙ

“14” січня 2025 р.