

Голові разової спеціалізованої вченої ради  
Національного університету "Львівська політехніка"  
д-ру техн. наук, професору Литвину Василю Володимировичу

## **РЕЦЕНЗІЯ**

доктора технічних наук, професора **Грицюка Юрія Івановича**  
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**

Проектування програмних систем, що здатні динамічно налаштовуватись у процесі роботи до потреб та вимог користувача, є ваговою проблемою у галузі інформаційних технологій. Для вирішення цієї проблеми використовують принципи адаптації та самоадаптації програмного забезпечення. Його адаптивність в такому разі забезпечується за рахунок використання моделей предметної області або методів штучного інтелекту, що сукупно надають можливість автономного налаштування параметрів відповідно до потреб та вимог користувачів. Використання ж принципів адаптивності у процесі побудови таких моделей дає змогу знижувати витрати на обслуговування системи, підвищувати ефективність та безпеку її роботи, а також зменшувати ризики, пов'язані з непередбачуваними ситуаціями.

Для сучасних методів адаптації характерним є використання концептуальних моделей, зокрема – діаграм управління та зворотного зв'язку для ідентифікації необхідних змін та аналізу системних характеристик. Проте, не зважаючи на їх загальну ефективність у системах із статичною структурою, в разі додавання нового елемента виникає проблема повторної конфігурації програмного забезпечення. Вирішення цієї проблеми можливе шляхом використання онтологічних моделей,

що забезпечують можливість уніфікації об'єктів програмної системи та визначення необхідних налаштувань без її повторного розгортання.

Все зазначене вище зумовлює актуальність і практичну цінність дисертаційної роботи Луцика І. І., в якій розв'язано задачу удосконалення процесів проєктування та розроблення адаптивних програмних систем на основі використання уніфікованої онтології, компонентно-орієнтованої архітектури, а також методу динамічної адаптації її функціональності та інтерфейсу користувача.

### **Ступінь обґрунтованості та достовірності основних наукових положень, висновків і рекомендацій**

На підставі проведених теоретичних та експериментальних досліджень отримано результати, які перевірено на практиці, що підтверджено відповідними актами впровадження, обговоренням проміжних результатів дослідження на міжнародних науково-технічних конференціях, а також наукових семінарах кафедри. Правильність основних припущень та положень, на яких базуються запропоновані методи, підтверджуються експериментальною оцінкою отриманих результатів.

### **Наукова новизна отриманих результатів**

1. Вперше розроблено метод побудови моделі адаптивної програмної системи на основі онтологічного підходу, що дає змогу враховувати особливості понять та зв'язків предметних областей під час проєктування 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 опрацювати 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 необ-

хідності 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, дає змогу 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 викладення основних наукових положень та висновків в опублікованих працях**

1.1. Наукові положення та отримані результати дисертаційного дослідження Луцика І. І. апробовані на науково-технічних конференціях та достатньо повно висвітлені у опублікованих автором 9 наукових працях, з яких: 2 статті опубліковано у наукових фахових виданнях України; 1 стаття – у науковому періодичному виданні, яке включено до міжнародної наукометричної бази Scopus; 3 – у матеріалах конференцій, що проіндексовані у наукометричній базі даних Scopus а також 3 публікації – у матеріалах наукових та науково-практичних конференцій.

### **Загальна характеристика дисертаційної роботи**

Загальний обсяг роботи складає 158 сторінок, 31 рисунок, 7 таблиць, список використаної літератури із 123 найменувань а також 4 додатки.

У *вступі* аргументовано актуальність досліджуваної теми. Наведено основну мету і завдання дисертації, зазначено об'єкт і предмет дослідження а також вказано наукову новизну роботи та її практичне значення. Визначено використані методи дослідження, а також окреслено особистий внесок автора та отримані результати.

У *першому розділі* наведено аналіз проблеми проектування та створення адаптивних і самоадаптивних програмних систем. Встановлено, що існуючі мето-

ди модифікації функціональності та графічного інтерфейсу потребують повторної конфігурації та розгортання програмної системи. Визначено основні принципи та особливості застосування онтологічних моделей. Встановлено, що використання концепції адаптації у поєднанні з онтологічною моделлю дасть змогу динамічно змінювати функціональність та графічний інтерфейс програмного засобу без необхідності повторної реконфігурації.

У *другому розділі* наведено методи проектування онтологічних моделей та динамічної адаптації функціональності програмної системи та інтерфейсу користувача. Подано розроблений метод побудови моделі адаптивної програмної системи на основі онтологічного підходу, який використовує абстракції предметної області, що дає змогу зменшити зв'язність між компонентами програмної системи. Також подано удосконалений метод динамічної адаптації функціональності програмної системи та інтерфейсу користувача. Запропоноване рішення у поєднанні з методом визначення налаштувань програмної системи дають змогу формувати нові налаштування програмної системи на основі семантичного механізму прийняття рішення.

У *третьому розділі* подано основні архітектурні рівні програмної системи та алгоритм її динамічної адаптації. Запропонована архітектура поєднує концепції трирівневої клієнт серверної та компонентно-орієнтованої архітектури, що забезпечує можливість динамічної зміни налаштувань та конфігурації адаптивної програмної системи. Розроблений алгоритм динамічної адаптації у поєднанні з методом використання брокерів повідомлень та принципів рефлексії дає змогу динамічно змінювати налаштування та наповнення застосунку користувача без необхідності статичного створення всіх можливих конфігурацій.

У *четвертому розділі* описано розроблений прототип адаптивної програмної системи, наведено приклади використання методу визначення налаштувань та алгоритму динамічної адаптації програмної системи. Проведено порівняння абстрактного та класичного підходів до побудови онтологічних моделей на підставі метрик якості онтологій. Здійснено експериментальне дослідження тривалості адаптації з використанням створених моделей.

Подані у дисертації висновки надають повну інформацію про виконання поставлених завдань та відповідають вимогам до наукових результатів а також пропонують ефективні підходи та методи розв'язання конкретних завдань.

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.

### **Недоліки та зауваги до дисертаційної роботи**

Незважаючи на загальне позитивне враження від дисертаційної роботи здобувача Луцика І. І., потрібно зробити до матеріалу роботи деякі зауваги.

1. У темі дисертаційної роботи здобувача присутній такий вислів: "... створення адаптивних програмних систем на основі онтологій". Водночас, в записці до роботи ніде так і не вказано (ну хіба що "еталонна чи операційна онтологія", ст. 55), на основі яких саме онтологій будуть створені адаптивні ПС. В інформатиці онтологія – формалізоване подання знань про певну предметну область (середовище, світ), придатне для автоматизованого їх оброблення. Загалом онтологія – це загальноприйнята та загальнодоступна концептуалізація певної області знань (світу, середовища), яка містить базис для її моделювання і визначає протоколи для взаємодії між агентами, які використовують знання з цієї області, а також містить домовленості про подання теоретичних основ даної області знань. Отже, щось можна досліджувати чи розробляти на підставі тільки однієї онтології. Тому кінцівка теми дисертаційної роботи здобувача мала б мати такий вигляд: "... на основі онтології".

2. У першому розділі дисертації є такий підрозділ: "1.1.1. Поняття адаптивності програмних систем та основні принципи її реалізації". Виникає таке запитання: а навіщо в дисертаційній роботі аналізувати "поняття адаптивності програмних систем...". Адже такі поняття розглядають в одній із бакалаврських дисцип-

лін. Інша справа, якщо б автор записав: "Проблема адаптивності програмних систем..." чи "Особливості реалізації адаптивності програмних систем..." тощо. Для будь-якої з назва цього підрозділу можна було б залишити наведений там матеріал з певними акцентами на його формулювання.

3. Здобувач у своїй роботі чомусь часто вживає такі терміни, як "програмної інженерії" або ще краще "галузі програмної інженерії" (ст. 23), "інженерії онтологій" (ст. 48). А взагалі то йдеться про термін "інженерія програмного забезпечення", а стосовно галузі, то існує галузь знань 12 "Інформаційні технології", в якій присутня спеціальність 121 "Інженерія програмного забезпечення". Щодо терміну "інженерії онтологій", то з мережі Інтернет відомо, що "онтологічна інженерія в комп'ютерних науках та інформатиці – нова галузь, яка вивчає методи і методики для побудови онтологій: формального подання множини понять і відносини між цими поняттями".

4. Здобувач у своєму дослідженні часто наводить перелік (маркований та нумерований) деяких елементів чи компонент (явно не своїх), які стосуються тієї чи іншої області знань, не вказуючи при цьому на джерело їх появи. Наприклад, на стор. 25 вказано "На основі таксономії підходів дослідниками визначено нові напрями розвитку процесу адаптації програмних систем: (далі маркований перелік, явно не створений автором роботи)". Аналогічні переліки деяких елементів чи компонент, які в основному стосуються розд. 1 (тобто, сучасного стану технологій...), можна побачити на стор. 27, 34, 40, 44, 47 тощо.

5. Автор дисертаційної роботи, судячи з наукової новизни результатів його дослідження, стверджує, що ним "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...". З цього формулювання не зрозуміло, які саме "особливості понять та зв'язків предметних областей" потрібно враховувати, і чому цих "предметних областей" в одному програмному засобі так багато. Адже відомо, в будь-якому програмному засобі чи навіть програмному забезпеченні пред-



метна область тільки одна, і це сукупність пов'язаних між собою його функцій (можливостей) чи завдань управління, за допомогою яких досягається виконання поставлених цілей. Якщо про врахування особливостей понять в роботі так нічого ніде і не вказано (ну хіба що "окремих понять онтологічної моделі", ст. 19, або "...як поняття обирають абстрактні набори або колекції об'єктів", ст. 27), то про врахування особливостей зв'язків можна взяти тільки з розд. 2.3 (ст. 64), де в другому абзаці вказано, що йдеться про "побудову логічних зв'язків між компонентами онтології".

6. У другому розділі дисертації є такий підрозділ: "2.2. Розробка методу побудови моделі адаптивної програмної системи на основі онтологічного підходу", де автор роботи, судячи з назви підрозділу, претендує на метод побудови моделі адаптивної ПС, який якраз і є першим пунктом наукової новизни отриманих результатів дослідження. Водночас, в цьому підрозділі наведено недоліки "класичного методу проектування онтології", і авторське бачення, як саме потрібно проектувати таку онтологію, наводить особливості "вирішення проблеми адаптації онтологічної моделі з використання абстрактного підходу", а також "формалізований вигляд метаонтології адаптивної ПС" тощо, однак так і ніде тут не вказано, що автором роботи "розроблено метод побудови моделі адаптивної ПС".

7. Здобувач у своєму дослідженні наводить громіздкий "Список літератури", в якому присутні 123 джерела інформації як з України, так і з-за її меж, оформлені за стандартом ДСТУ 8302:2015 "Бібліографічне посилання. Загальні положення та правила складання", Київ, ДП "УкрНДНЦ", 2016. Однак у вказаному автором переліку наукових джерел інформації повністю відсутні наукові здобутки працівників кафедри, за винятком декількох праць працівників інституту. Виникає запитання стосовно того, як кафедральні працівники оцінювали наукові досягнення здобувача, зовсім не орієнтуючись у результатах його дослідження.

Вважаю, що висловлені мною зауваги не є визначальними і не применшують загальну наукову новизну та практичну значущість результатів дослідження здобувача, тобто не впливають на позитивну оцінку самої дисертаційної роботи.

## Висновок про дисертаційну роботу

Вважаю, що дисертаційна робота здобувача наукового ступеня доктора філософії Луцика Іллі Ігоровича за темою "Методи та засоби створення адаптивних програмних систем на основі онтологій" виконана на належному науково-практичному рівні, не порушує принципів академічної доброчесності та є завершеним науковим дослідженням, сукупність теоретичних та практичних результатів якого вирішує наукове завдання, що має важливе значення для інженерії програмного забезпечення.

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:

професор кафедри  
програмного забезпечення  
Національного університету  
"Львівська політехніка"  
доктор технічних наук, професор

 Юрій ГРИЦЮК

Підпис д-ра техн. наук,  
проф. Грицюка Ю. І. засвідчую.  
Вчений секретар НУ "Львівська політехніка"

" \_ " \_\_\_\_\_



 Роман БРИЛИНСЬКИЙ