

# РЕЦЕНЗІЯ

рецензента

завідувача кафедри програмної інженерії та інтелектуальних технологій управління Навчально-наукового інституту комп'ютерних наук та інформаційних технологій Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», доктора філософії, доцента

**Коппа Андрія Михайловича**

на дисертаційну роботу Маляренка Владислава Вікторовича  
**«Моделі, методи та інтелектуальні технології обробки текстових бізнес-правил у системах підтримки прийняття рішень»**

подану на здобуття наукового ступеня доктора філософії  
за спеціальністю 122 – Комп'ютерні науки  
(галузь знань 12 «Інформаційні технології»)

Дисертаційна робота Маляренка Владислава Вікторовича на тему «Моделі, методи та інтелектуальні технології обробки текстових бізнес-правил у системах підтримки прийняття рішень», представлена на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки», виконана у Національному технічному університеті «Харківський політехнічний інститут».

## **1. Актуальність теми та зв'язок з науковими планами і програмами**

Актуальність теми дисертаційного дослідження зумовлена принциповим розривом між стохастичною природою сучасних великих мовних моделей та детермінованими вимогами рушіїв виконання формальних моделей прийняття рішень у нотації Decision Model and Notation. Існуючі підходи до автоматизованої генерації формальних структур прийняття рішень на основі великих мовних моделей зосереджені переважно на задачі генерації і не

забезпечують повного конвеєра трансформації від неструктурованого текстового опису бізнес-правила до виконуваної формальної структури. Як наслідок, згенеровані артефакти можуть бути синтаксично коректними, але семантично невідповідними вихідній бізнес-логіці, що унеможливує їхнє безпосереднє застосування у задачах з підвищеними вимогами до коректності.

Розв'язання цієї проблеми потребує створення інтегрованих архітектур, що поєднують генерацію формальних моделей із автоматизованою валідацією у замкненому циклі. Запропонований автором підхід до структуризації бізнес-правил на основі опорної моделі, що передбачає одночасне формування формальної структури та функціонального тестового набору з подальшою крос-валідацією, є актуальним напрямком розвитку інформаційних технологій оцінки якості згенерованих моделей бізнес-процесів та прийняття рішень. Зазначене обумовлює актуальність дисертаційного дослідження.

Дисертаційна робота виконана у рамках науково-дослідної теми «Моделі та методи управління проектами розвитку організаційних систем» (державна реєстрація № 0124U001735) кафедри управління проектами в інформаційних технологіях Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», де здобувач залучений як виконавець.

## **2. Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій**

Наукові положення, висновки та рекомендації, сформульовані у дисертаційній роботі, є достатньо обґрунтованими як з теоретичної, так і з практичної точок зору. Обґрунтованість запропонованих формальних моделей забезпечується коректним застосуванням математичного апарату теорії множин та формальних граматики для опису правил відображення неструктурованих бізнес-знань на технічні атрибути стандарту DMN, апарату вартісних мереж Петрі для моделювання процесу інтелектуальної оркестрації, підходу Model-Driven Architecture (MDA) для побудови гібридних моделей, що поєднують імовірнісну генерацію з детермінованою верифікацією, а також методів теорії штучного інтелекту та обробки природної мови для семантичного аналізу

текстових бізнес-правил. Для запропонованої моделі інтелектуальної оркестрації автором математично доведено три ключові властивості – термінацію, безпечність і прогрес, – що забезпечує коректний контроль ітераційного циклу самовідновлення формальних структур. Наведені результати експериментальних досліджень узгоджуються з теоретичними положеннями роботи та оцінені із застосуванням статистичних методів.

### **3. Наукова новизна одержаних результатів**

За результатами дисертаційного дослідження здобувачем отримано такі наукові результати, що мають наукову новизну:

1. *Вперше* запропоновано модель структуризації бізнес-правил, яка, на відміну від існуючих, представлена як опорна для подальшого використання та спирається на обробку неструктурованого текстового опису бізнес-правила і генерацію перевірочних тестів, що дозволяє виявляти логічні невідповідності текстових правил та забезпечує підвищення якості згенерованих формальних структур прийняття рішень.

2. *Удосконалено* інтелектуальну технологію генерації цифрового представлення бізнес-правил шляхом формування структурованої інструкції на основі контекстної ін'єкції, що поєднує семантичне заземлення через інтеграцію схеми даних, контекстуальне збагачення через механізм Retrieval-Augmented Generation та формальне структурування вихідного формату DMN XML і виразів FEEL. Запропонована технологія забезпечує зниження ймовірності появи структурних галюцинацій великої мовної моделі.

3. *Удосконалено* інтелектуальну технологію валідації згенерованих формальних структур прийняття рішень шляхом автоматичного формування функціональних наборів тестів на основі референтної семантичної моделі очікування з реалізацією трирівневої верифікації – синтаксичної, валідації виразів FEEL та семантичної. Запропонована технологія дозволяє виявляти семантичні помилки в текстовому представленні бізнес-правил, що підвищує достовірність прийняття управлінських рішень.

4. Отримав *подальший розвиток* метод обробки бізнес-правил, який поєднує стохастичну генерацію великих мовних моделей з детермінованою валідацією шляхом паралельної парної генерації формальних структур та тестового набору з незалежною крос-валідацією, що забезпечує елімінацію конфліктних станів та підвищення керованості процесу формалізації бізнес-логіки.

5. Отримав *подальший розвиток* метод моделювання процесу інтелектуальної оркестрації на основі вартісних мереж Петрі за рахунок уточнення умов переходу між станами системи на основі результатів валідації згенерованих формальних структур, що сприяє ефективному контролю ітераційного циклу самовідновлення моделей та його скороченню.

#### **4. Достовірність отриманих результатів та висновків**

Достовірність наукових результатів та висновків, сформульованих у дисертаційній роботі, підтверджується коректністю застосованого математичного апарату, доведенням ключових властивостей запропонованої моделі інтелектуальної оркестрації та результатами експериментальної апробації. Експериментальне дослідження проведено на 450 циклах генерації у п'яти бізнес-доменах. Експериментально підтверджено зниження частоти структурних галюцинацій із підвищенням частки успіху генерації валідних формальних структур із першої спроби з 86% до 95,5% ( $p < 0,001$ ) за рахунок застосування методу комплектування інструкції з контекстною ін'єкцією. Введення паралельної парної генерації формальних структур та тестового набору з незалежною крос-валідацією забезпечило 100% частку успіху генерації валідних структур ( $\geq 98,5\%$  з довірчою ймовірністю 95%).

#### **5. Практична значимість одержаних результатів**

Практичне значення дисертаційного дослідження полягає у створенні програмного підходу до автоматизованої формалізації бізнес-знань із замкненим циклом, що практично реалізує запропоновану опорну модель та інтелектуальні технології генерації і валідації формальних структур прийняття

рішень. Розроблений інструментарій забезпечує не лише генерацію формальних моделей у нотації DMN, але й автоматичне формування функціональних наборів тестів, що утворюють аудитований слід тестового покриття згенерованих структур та надає необхідну прозорість процесу прийняття автоматизованих рішень для верифікації з боку замовника або регулятора.

Результати експериментальної апробації засвідчили зниження рівня дефектності згенерованих формальних структур на 63% та скорочення часу створення формальної структури на 43,3% порівняно з ручною формалізацією при відносно низькій собівартості однієї валідованої формальної структури прийняття рішень. Розроблений підхід виключає потребу в технічному посереднику між бізнес-аналітиком та інформаційною системою організації, забезпечуючи оперативне внесення змін у логіку прийняття рішень через редагування текстових бізнес-правил із автоматичною регенерацією та повторною валідацією формальних структур. Практична цінність роботи підтверджується довідкою про впровадження результатів у виробничі процеси компанії «Torque IT Solutions Limited» (м. Окленд, Нова Зеландія).

## **6. Оцінка змісту дисертації**

Дисертаційна робота складається з анотації двома мовами, вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел та трьох додатків. Загальний обсяг роботи становить 147 сторінок, із них 136 сторінок основного тексту, що містить 22 рисунки та 10 таблиць; список використаних джерел нараховує 102 найменування.

У вступі обґрунтовано актуальність теми, сформульовано об'єкт, предмет, мету та задачі дослідження, висвітлено наукову новизну та практичну цінність отриманих результатів.

У першому розділі здобувачем проведено систематичний аналіз існуючих методів формалізації та автоматизованої генерації формальних структур прийняття рішень, досліджено роль стандарту Decision Model and Notation у системах підтримки прийняття рішень, методи вилучення знань із текстових

бізнес-правил на основі обробки природної мови, можливості великих мовних моделей для генерації структурованих артефактів. Розкрито природу імовірнісного розриву, що зумовлює структурні галюцинації при формуванні формальних моделей. На основі критичного аналізу виявлено основні обмеження існуючих рішень та сформульовано постановку задачі дослідження.

У другому розділі представлено формалізований опис процесу трансформації неструктурованих бізнес-правил у формальні структури прийняття рішень із математично визначеним критерієм коректності, побудовано опорну модель автоматизованої генерації та валідації, що визначає загальну архітектуру системи. Розроблено метод комплектування інструкції з контекстною ін'єкцією, моделі генерації формальних структур та тестового набору, модель інтелектуальної оркестрації процесу на основі вартісних мереж Петрі з доведеними властивостями термінації, безпечності й прогресу, метод валідації формальних структур зі згенерованим тестовим набором та метод паралельної парної генерації.

У третьому розділі розроблено інтелектуальні технології генерації та валідації формальних структур прийняття рішень, що практично реалізують опорну модель. Описано архітектуру підсистем генерації та валідації, реалізацію механізму ін'єкції схеми даних, процес генерації та постобробки XML-структур, трирівневу схему валідації, що включає синтаксичну верифікацію XML-структури, валідацію виразів FEEL та семантичну валідацію з тестовими сценаріями, а також інтеграцію з ітераційним циклом виправлення помилок.

У четвертому розділі представлено результати експериментального дослідження запропонованих моделей і методів, проведено порівняльний аналіз стратегій відновлення після помилок, оцінку надійності системи та аналіз граничних випадків, дослідження економічної ефективності автоматизованої генерації, представлено результати практичного впровадження розробленого каркасу.

У додатках наведено акти та довідку про впровадження результатів дослідження, список публікацій здобувача за темою дисертації, опис ключових артефактів програмної реалізації, а також глосарій термінів, що використовуються у дисертаційній роботі.

Висновки роботи сформульовані чітко, відповідають змісту дисертаційної роботи та узагальнюють отримані наукові й практичні результати.

## **7. Повнота викладення матеріалів дисертації в опублікованих працях**

За темою дисертаційного дослідження здобувачем опубліковано 9 наукових праць, з яких: 1 стаття у періодичному виданні, що включене до міжнародної наукометричної бази Scopus (Springer, Німеччина); 1 стаття у періодичному виданні, що включене до міжнародної наукометричної бази Web of Science Core Collection; 3 статті у наукових фахових виданнях України категорії «Б»; 4 публікації у збірниках матеріалів та тезах доповідей міжнародних науково-практичних конференцій. Основні положення та результати дисертаційної роботи були представлені, обговорені та отримали позитивну оцінку на шести міжнародних науково-практичних конференціях.

Опубліковані матеріали повністю відображають зміст дисертації та відповідають вимогам пункту 8 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.

## **8. Дотримання вимог академічної доброчесності**

Дисертацію виконано з дотриманням вимог академічної доброчесності. Поршень в дисертації та наукових публікаціях, у яких висвітлені основні наукові результати, не виявлено. Усі результати, винесені на захист, отримані самостійно і містяться в опублікованих роботах.

## **9. Зауваження та дискусійні положення**

За результатами рецензування дисертаційної роботи можна виокремити такі зауваження та дискусійні положення:

1. У тексті роботи вживається ряд перекладених з англomовних джерел термінів без сталого українського відповідника, що подекуди ускладнює однозначне сприйняття та потребує звертання до глосарію (Додаток В).

2. У роботі розглянуто процес генерації DMN-таблиць; доцільно було б розглянути сценарії підтримки та еволюції згенерованих таблиць у часі при зміні текстових бізнес-правил, зокрема – стратегії ідентифікації мінімальних змін у структурі та підтримки узгодженості між версіями.

3. Доцільно було б навести порівняльний аналіз ефективності запропонованої тривірневої валідації з існуючими підходами до оцінки якості згенерованих моделей бізнес-процесів, що дозволило б точніше позиціонувати методологічний внесок роботи.

4. У роботі наведено показники результативності генерації за критеріями коректності та збіжності; доцільно було б додатково розглянути метрики структурної якості згенерованих DMN-моделей – зокрема компактність, мінімальність набору правил, розмірність та зв'язність, які традиційно застосовуються для оцінки якості моделей бізнес-процесів.

5. У роботі наведено сумарну оцінку часу генерації валідованих DMN-таблиць; доцільно було б навести декомпозицію часу за компонентами програмного конвеєра – генерацією, валідацією та корекцією – що відображає експлуатаційну характеристику системи.

Вказані зауваження не є суттєвими для зниження значимості отриманих результатів та не впливають на загальну позитивну оцінку дисертаційної роботи як кваліфікаційної.

## **10. Висновок**

Дисертаційна робота Маляренка Владислава Вікторовича «Моделі, методи та інтелектуальні технології обробки текстових бізнес-правил у

системах підтримки прийняття рішень» є завершеною науково-дослідною роботою, у якій вирішена актуальна науково-прикладна задача підвищення ефективності розробки систем підтримки прийняття рішень шляхом автоматизації процесів генерації та валідації формальних структур прийняття рішень на основі неструктурованих текстових бізнес-правил. За змістом дисертація відповідає спеціальності 122 «Комп'ютерні науки».

Подана дисертаційна робота «Моделі, методи та інтелектуальні технології обробки текстових бізнес-правил у системах підтримки прийняття рішень» Маляренка Владислава Вікторовича відповідає вимогам пунктів 6, 7, 8 і 9 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 здобувач Маляренко Владислав Вікторович заслуговує присудження наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 122 – Комп'ютерні науки.

**Рецензент:**

Завідувач кафедри програмної інженерії  
та інтелектуальних технологій управління  
Навчально-наукового інституту комп'ютерних наук та інформаційних  
технологій Національного технічного університету «Харківський політехнічний  
інститут»,  
доктор філософії, доцент



Андрій Кошин

«01» червня 2026 р.

