

## РЕЦЕНЗІЯ

доктора технічних наук, професора Федорова Євгена Євгеновича  
на дисертацію Зеленька Едуарда Васильовича

«Моделювання та алгоритмізація процесу ціноутворення в електронній комерції із застосуванням програмних агентів», яку подано на здобуття ступеня доктора філософії за спеціальністю 121 Інженерія програмного забезпечення галузь знань 12 Інформаційні технології

### 1. Актуальність теми дослідження.

За останні два десятиліття обчислювальні системи стали складнішими, оскільки багато з них зараз є розподіленими, паралельними та працюють у динамічних середовищах, які є достатньо гнучкими, щоб допускати непередбачувані зміни їх вмісту та налаштувань; деякі з них тепер мають бути завжди активними та здатними надавати послуги на постійній основі.

Швидкий розвиток як Інтернету, так і мобільних технологій створює подвійну проблему з точки зору великої доступності та різноманітності, а також неоднорідності наборів даних. Крім того, існує природна тенденція більше покладатися на машини для вирішення певних складних завдань. Щоб досягти цього, за допомогою агентно-орієнтованого програмування розробники створюють програмні компоненти, відомі як програмні агенти, щоб діяти від імені користувача для досягнення конкретних делегованих цілей.

На відміну від інших сучасних підходів до розробки програмних засобів, в даний час обчислення на основі програмних агентів є одним із найбільш перспективних підходів для вирішення подібних завдань. Крім того, програмні агенти вважаються однією з найбільш швидкозростаючих областей інформаційних технологій.

У той же час існує ряд недоліків у використанні певних підходів в електронній комерції (а саме, підхід прямих поставок), які не враховуються при розробці програмних засобів, що призводить до затримок постачання товару та його реалізації за неактуальними цінами. Значний внесок до розвитку теорії та практики застосування агентно-орієнтованого підходу в електронній комерції внесено зарубіжними та вітчизняними вченими, однак описані підходи неповністю змодельовані або формалізовані та не являються універсальними при застосуванні всіх підходів в електронній комерції, в тому числі підходу прямих поставок.

Вищезазначене обумовлює актуальність дисертаційної роботи та створення нових методів до розробки програмного забезпечення, що використовується в електронній комерції, із застосуванням агентно-



орієнтованого підходу та потребу в розробці нових методів обробки даних при ціноутворенні за підходу прямих поставок в електронній комерції.

## **2. Наукова новизна одержаних результатів.**

Наукова новизна дисертаційної роботи полягає у наступному:

- Удосконалено метод об'єктно-орієнтованого програмування до розробки програмного забезпечення в електронній комерції за рахунок наділення об'єктів не тільки спадковими, але й іншими властивостями шляхом застосування агентно-орієнтованого підходу, що дозволяє зменшити кількість системних процесів, що використовуються, зменшити зв'язність між компонентами системи для підвищення їх автономності, а також розширити множину властивостей та потенційних можливостей програмного засобу без використання додаткових апаратних ресурсів.

- Удосконалено модель реалізації еволюційних прототипів за рахунок застосування агентно-орієнтованого підходу до розробки програмних засобів, що дозволяє підвищити швидкість програмної реалізації інтерфейсу користувача та асинхронної комунікації між автономними компонентами системи.

- Удосконалено процес програмної реалізації ціноутворення в електронній комерції за технологією об'єктно-орієнтованого програмування за рахунок дослідження процесів обробки даних та використання його результатів на етапі формування вимог, що дозволяє підвищити ефективність програмної реалізації алгоритму обробки даних за точністю розрахунку.

## **3. Практичне значення одержаних результатів.**

Практична цінність отриманих результатів полягає у наступному:

- Забезпечено зменшення кількості системних процесів, що використовуються на 4 одиниці, зменшення зв'язності між компонентами системи на 1-3 зв'язки для підвищення їх автономності, а також розширення множини властивостей та потенційних можливостей програмного засобу без використання додаткових апаратних ресурсів, за рахунок удосконалення методу об'єктно-орієнтованого програмування до розробки програмного забезпечення в електронній комерції шляхом застосування агентно-орієнтованого підходу.

- Забезпечено більш швидку реалізацію асинхронної комунікації між автономними елементами системи та підвищено швидкість розробки інтерфейсу користувача за рахунок удосконалення моделі програмної реалізації еволюційних прототипів шляхом застосування платформ агентно-орієнтованого підходу до розробки програмних засобів.

- Розроблено алгоритм обробки вхідних даних під час розрахунку цінової надбавки з урахуванням флуктуацій ризику продажу товару за неактуальними



значеннями ціни та балансу з метою удосконалення процесу програмної реалізації ціноутворення за підходу прямих поставок в електронній комерції та за об'єктно-орієнтованого підходу за рахунок дослідження процесів обробки даних та використання його результатів на етапі формування вимог, що дозволило підвищити ефективність програмної реалізації розробленого алгоритму обробки даних за точністю розрахунку.

Одержані наукова новизна одержаних результатів та їх практичне значення дозволяють зробити висновок, що представлена дисертаційна робота має значний науковий і практичний інтерес.

#### **4. Структура роботи, оцінка змісту дисертації та її завершеність.**

Дисертаційна робота складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. Загальний обсяг роботи становить 160 сторінок, у тому числі: основний текст — 118 сторінок; 19 таблиць та 82 рисунка; 1 додаток обсягом 16 сторінок; список використаних джерел складає 97 найменувань на 12 сторінках.

Вступ до дисертації містить обґрунтування актуальності, формулювання наукової задачі та мети, об'єкту та предмету досліджень, також наведено наукову новизну та практичну значимість отриманих результатів дослідження.

У першому розділі дисертації проведено огляд основних мов комунікації, платформ для розробки програмних агентів та типів їх поведінки на прикладі платформи SPADE. Також визначено формалізований опис моделі досліджуваного типу агента; проведено класифікацію та узагальнення множини найбільш значущих недоліків підходу прямих поставок в електронній комерції з метою їх усунення за допомогою результатів дослідження процесу обробки даних програмними агентами у ціноутворенні; проведено порівняння та аналіз підходів до розробки програмного забезпечення, в ході якого запропоновано удосконалення прототипування шляхом застосування агентно-орієнтованого програмування, що дозволить усунути умови виникнення недоліку з дотриманням строків, а саме — зменшення витрат часу на розробку версій прототипу за допомогою менш ускладненого процесу розробки інтерфейсу користувача, а також дозволить отримати інші переваги на всіх етапах розробки програмних засобів.

У другому розділі в ході проведеного теоретичного дослідження процесу моделювання програмного забезпечення автоматизованої інформаційної системи актуалізації роздрібних цін удосконалено метод об'єктно-орієнтованого програмування до розробки програмного забезпечення в електронній комерції за рахунок застосування агентно-орієнтованого підходу, що дозволило зменшити кількість системних процесів, що використовуються,



на 4 одиниці та зменшити зв'язність між компонентами системи на 1–3 зв'язки для підвищення їх автономності.

У третьому розділі у ході дослідження встановлено необхідність розробки додаткового інтерфейсу користувача для інтерактивної взаємодії оператора з програмним засобом та прийняття ним рішення стосовно обробки екстремальних значень вхідних даних з метою подальшого навчання програмного засобу самостійному прийняттю рішення. Як наслідок встановлено необхідність використання штучного інтелекту в подальших версіях програмного засобу.

Проведено експериментальне дослідження процесу розробки програмного забезпечення, в ході якого удосконалено модель реалізації еволюційних прототипів за рахунок застосування агентно-орієнтованого підходу до розробки програмних засобів, що дозволило підвищити швидкість програмної реалізації інтерфейсу користувача на ~70 % та асинхронної комунікації між автономними компонентами системи на ~35 %.

У четвертому розділі визначено середні/мінімальні/максимальні значення, медіани та моди на основі даних продуктивності різних типів поведінки програмних агентів SPADE. За упорядкованими за зростанням середніми значеннями визначено темп приросту споживання апаратних ресурсів під час і поза процесом оновлення цін. У ході аналізу продуктивності програмних агентів та їх впливу на апаратні ресурси встановлено, що розширення множини властивостей та потенційних можливостей програмного забезпечення не супроводжується використанням додаткових апаратних ресурсів.

Основні висновки відповідають заявленій меті та завданням дисертації та містять основні одержані наукові та практичні результати дослідження.

Вважаю, дисертаційну роботу завершеною науковою працею, а наукову задачу і мету, поставлені у дисертації – повністю вирішеними.

## **5. Відсутність (наявність) порушень принципів академічної доброчесності**

Ознак порушень принципів академічної доброчесності не встановлено.

## **6. Повнота викладення дисертації в опублікованих працях**

Основні положення дисертації опубліковано в 7 наукових працях, у тому числі: 4 наукові статті (в наукових фахових виданнях України), 3 тези доповідей (в матеріалах міжнародних наукових конференцій).

## **7. Зауваження та недоліки дисертації щодо її оформлення і змісту.**

Слід відмітити наступні зауваження до представленої роботи:



1. В підрозділі 1.3.6 описано різницю між середовищем та платформами для розробки програмних агентів, але з тексту роботи не зовсім зрозуміло, чим саме являється SPADE — платформою чи середовищем.

2. В таблиці 3.5 (підрозділ 3.2.6) автор проводить розрахунки для кожного типу алгоритму для різних часових інтервалів, але далі відсутнє пояснення, чому використано значення для алгоритму зі значенням параметру часу  $t = 20$ .

3. На рисунках 4.12 та 4.24 подано середнє значення, моду та медіану, але, можливо, більш інформативно значення цих статистичних показників можна було б подати за допомогою коробчастої діаграми (напр., як на рисунку 3.5).

4. Результати досліджень, які подано в таблицях 4.5 та 4.6 (підрозділи 4.2.6 та 4.2.7 відповідно), є корисними, але відсутній опис про те, чи були вони використані в інших досліджах дисертаційної роботи та чи вплинули на вибір типу поведінки програмного агента.

Зазначені зауваження не впливають на значимість та науковий інтерес дисертаційної роботи.

## **8. Висновок щодо відповідності дисертації вимогам, які висуваються до ступеня доктора філософії.**

Дисертаційна робота Зеленька Е. В. на тему «Моделювання та алгоритмізація процесу ціноутворення в електронній комерції із застосуванням програмних агентів» повністю відповідає вимогам до дисертаційного дослідження на здобуття ступеня доктора філософії, наведеним у Постанові Кабінету Міністрів України № 44 від 12.01.22 «Про затвердження Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії». Дисертація може бути представлена для офіційного захисту в разовій спеціалізованій вченій раді. Автор дисертації заслуговує на присудження ступеня доктора філософії за спеціальністю 121 Інженерія програмного забезпечення галузі знань 12 Інформаційні технології.

### **Рецензент**

д.т.н., професор, професор кафедри  
статистики та прикладної математики  
Черкаського державного  
технологічного університету



*Рицел*

Євген ФЕДОРОВ

*Геннадій Семенов*  
*К.Т.Н., доцент*

*Григорій*

*Григорій*