

## ВІДГУК ОФІЦІЙНОГО ОПОНЕНТА

доктора технічних наук, професора **Єрохіна Андрія Леонідовича**  
на дисертацію **Матвєєва Олександра Миколайовича**  
«Багатоагентні моделі та методи збору та видобування бізнес-інформації у веб-просторі», подану на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 122 – Комп'ютерні науки (12 – Інформаційні технології) у Національному технічному університеті «Харківський політехнічний інститут» Міністерства освіти і науки України

### **1. Актуальність теми дисертації**

Впровадження інформаційних технологій у бізнес процеси вже давно стало суттєвим явищем, а останнього часу є дуже актуальним. Насамперед це стосується вирішення науково-практичних задач збору та видобування бізнес-інформації у розподіленому інформаційному середовищі для забезпечення ефективності рішень, що приймаються.

Центральним завданням для багатьох задач в області збору та видобування бізнес-інформації у веб-просторі, включаючи зіставлення продуктів, їхню категоризацію та фасетний пошук і рекомендації продуктів, є витяг пар атрибутів-значень з високою точністю з неструктурованих описів продуктів або слабо структурованих специфікацій продуктів. Витяг докладних характеристик продукту з HTML-сторінок є надто складним завданням, оскільки одна і та ж функція може з'являтися в різних поверхневих формах в заголовках, назві продукту, описах продукту у вільному тексті, а також в структурованих або слабо структурованих специфікаціях продукту. У зв'язку з цим тематика дисертації є достатньо актуальною.

Матвєєв Олександр Миколайович виявив наукову проблему, визначив мету дисертаційного дослідження та часткові завдання, що дозволяють системно й логічно коректно досягти мети. Для розв'язання окремих завдань були використані сучасні математичні засоби моделювання, а саме принципи й методи системного, функціонального, лінгвістичного аналізу, а також когнітивне й онтологічне моделювання. Слід відзначити, що дослідження

агентів та багатоагентних систем проводились протягом тривалого часу, але широке впровадження таких технологій стримується через відсутність загального підходу, який би охоплював також і побудову формальної моделі. Необхідність ефективного використання величезного обсягу інформації, адаптованого до потреб сучасного бізнесу, обумовлює актуальність і значимість досліджень у галузі пошуку та видобування бізнес-інформації.

## **2. Наукова новизна положень дисертації, їх значимість для науки й практики**

Для вирішення поставлених задач використано наступні методи: системний аналіз для розробки концептуальної моделі веб-моніторингу; методи теорії штучного інтелекту та алгебри скінченних предикатів першого порядку для створення формальної архітектури агентів; метод компараторної ідентифікації, методи інтелектуального аналізу даних, методи побудови онтологій та методи математичної статистики для пошуку джерел даних та збору даних із веб-сторінок; методи теорії прийняття рішень; уніфікована мова моделювання UML та методологія агентно-орієнтованого програмування для реалізації прототипу агентної платформи, заснованої на використанні формальних методів для проектування багатопотокових систем.

Вважаю за доцільне виділити основні, на наш погляд, пункти наукової новизни дисертації.

Першим науковим результатом можна вважати те, що сформовано комплексний підхід до реалізації процесу пошуку даних веб-простору на основі інтелектуальних технологій; розроблено моделі тематичного пошуку, визначення вимог та обмеження їх реалізації.

Другий науковий результат – це удосконалено моделі тематичного інформаційного пошуку за рахунок використання методу компараторної ідентифікації для побудови моделі оцінки релевантності веб-сторінки та багатоагентної моделі направленого пошуку, що, на відміну від існуючих підходів, надає можливість пошуку інформаційних ресурсів за принципом

корисності для системи прийняття рішень у бізнес просторі.

Третій науковий результат полягає у тому, що вперше досліджено формальну архітектуру багатоагентної системи, що сприяло розширенню знання про ефективність процесів багатопоточної обробки даних.

Четвертий науково-практичний результат – створена специфікація вимог до програмного забезпечення; розроблено програмні компоненти серверної частини програмної системи, що дозволяє проводити екстракцію даних з віртуальних торговельних площадок; проведено експеримент на придатність платформи агента для вирішення проблем управління проектами в розподіленій команді розробників; проведено тестування розроблених компонентів та доведено їх працездатність для моніторингу даних.

Наукові результати отримані автором особисто із застосуванням сучасних математичних методів, в цілому складають розв'язок поставленої наукової проблеми. Слід відзначити, що основні теоретичні положення дисертаційної роботи доведено до практичної реалізації у вигляді прототипу агентної платформи для проектування багатопотокових систем. Для оцінки якості моделі був використаний метод стратифікованої перехресної перевірки «Stratified kfold cross validation». Враховуючи, що експериментальні дані не збалансовані, стратифікована перехресна перевірка найбільш придатна.

**Практичне значення одержаних результатів** полягає у розробці інформаційної технології видобування бізнес-інформації на основі багатоагентних моделей веб-моніторингу, створенні підходу до екстракції бізнес-інформації та ідентифікації знань за рахунок багатоагентної обробки даних; створенні підходу до тематичного інформаційного пошуку бізнес-інформації з використанням компараторної ідентифікації для оцінювання релевантності змісту веб-сторінки; проведенні аналізу формальної архітектури багатоагентної системи, що сприяло розширенню знання про ефективність процесів багатопотокової обробки даних.

Практична реалізація також підтверджується відповідними документами у вигляді актів впровадження.

### **3. Ступінь обґрунтованості та достовірності наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих в дисертації**

У дисертаційній роботі проведено ґрунтовний і детальний системний аналіз процесів проектування агентно-орієнтованих програмних систем та специфікацій стандартів багатоагентних систем, були виділені підходи для побудови архітектури агентної платформи та відповідні вимоги. Наведені вимоги обумовлюють вибір технологій реалізації інформаційної системи. Аналіз отриманих результатів дослідження показав, що сформований метод та розроблені моделі, на яких базується інформаційна технологія, на відміну від існуючих, надають можливість пошуку та збору інформації, яка є корисною для бізнесу з урахуванням семантики контенту веб-ресурсів, виключенням дублікатів та оцінити повноту та достовірність даних.

Виявлено необхідність застосування нових інформаційних технологій у вигляді багатоагентних моделей та методів збору та видобування бізнес-інформації у веб-просторі. Таким чином, основні наукові результати отримані автором особисто на основі сучасних прогресивних методів і теорій, а також добре обґрунтовані. Достовірність отриманих наукових результатів підтверджуються експериментальною перевіркою та впровадженням запропонованих моделей та методів.

### **4. Повнота публікації основних наукових результатів дисертації**

Основні наукові результати отримані автором особисто і опубліковані в 9 наукових працях, у тому числі 3 статті у наукових виданнях, включених до переліку наукових фахових видань України, 2 статті у періодичних наукових виданнях держави, яка входить до Організації економічного співробітництва та розвитку (2 статті проіндексовано у базі даних Scopus), 4 публікації – у матеріалах конференцій.

## **5. Оцінка змісту дисертації**

Дисертація Матвєєва Олександра Миколайовича написана структуровано й технічно грамотною мовою. Послідовність викладу в ній матеріалів, наукових положень й висновків забезпечує їхнє сприйняття й розуміння фахівцями з інформаційних технологій. В дисертації достатньою мірою наведено графічний та табличний матеріали результатів дослідження.

Робота є завершеною кваліфікаційною науковою працею. Дисертаційна робота по змісту й оформленню відповідає вимогам до дисертацій на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 122 – Комп'ютерні науки (12 – Інформаційні технології).

## **6. Зауваження щодо змісту і оформлення дисертації та автореферату**

1. Наданий у роботі аналіз існуючих підходів до організації процесів збору інформації не повною мірою розкриває питання пошуку та екстракції даних. Було б доцільно більш детально розглянути особливості консолідації інформації, а також розглянути питання пошуку інформації у сховищах даних та базах знань.

2. У дисертаційній роботі відсутнє обґрунтування вибору предикатної моделі для пошуку та екстракції даних, не наведено порівняння з іншими можливими моделями (фрейми, нейронні мережі та інші).

3. У дисертаційній роботі запропоновано метод збору даних у розподіленому віртуальному середовищі. Але чітко не надано процедуру паралельної обробки даних, не зовсім зрозуміло, чи використовуються паралельні обчислення. Не достатньо розглянуто особливості об'єднання даних, видобутих із різних джерел.

4. Автор дисертації не приділяє достатньо уваги питанням створення інтелектуальної складової багатоагентної системи. Було б доцільно розглянути питання створення бази знань, пошуку та інтерпретації фактів, які зберігаються у базі знань.

5. У роботі запропоновано формальну архітектуру агента, яка передбачає подання функції агента на основі ментальної моделі, заданої компаратором, але у роботі не пояснюється, чому саме таку модель обрано.

6. Методи та моделі, які представлено у роботі, потребують використання технологій Big Data, але у дисертаційному дослідженні цьому питанню не приділено достатньо уваги.

7. Деякі твердження автора носять декларативний характер без відповідних кількісних оцінок, зокрема «... це дозволяє отримувати об'єктивні та більш обґрунтовані результати ...».

8. У тексті роботи багато спеціальних термінів, зокрема англомовного походження, які не мають загальновідомих визначень, що ускладнює сприйняття окремих розділів. У тексті дисертаційної роботи наявні стилістичні та граматичні помилки. Частина формул не має посилань по тексту. Деякі рисунки виконані у незрозумілій нотації та використовують назви англійською мовою.

Разом з тим, зазначені зауваження не впливають на загальну позитивну оцінку отриманих автором наукових результатів.

## **7. Загальні висновки по дисертації**

Дисертаційна робота Матвєєва Олександра Миколайовича є завершеним науковим дослідженням, присвяченим вирішенню наукової проблеми підвищення ефективності функціонування підприємств в умовах неконтрольованих змін зовнішнього середовища шляхом розробки і використання інтелектуальних інформаційних технологій на основі ситуативно-сценарних моделей.

Під час вивчення та аналізу дисертаційної роботи випадків порушення академічної доброчесності виявлено не було.

Вважаю, що за актуальністю, новизною отриманих наукових результатів, практичною значущістю, повнотою опублікування матеріалів в статтях і доповідях на конференціях дисертація Матвєєва Олександра Миколайовича

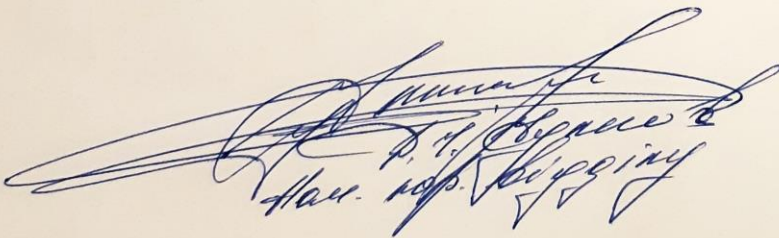
повністю відповідає вимогам до дисертацій на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 122 – Комп'ютерні науки (12 – Інформаційні технології), а її автор Матвеев Олександр Миколайович заслуговує присудження наукового ступеня доктора філософії.

Офіційний опонент, доктор технічних наук,  
професор, декан факультету комп'ютерних наук  
Харківського національного  
університету радіоелектроніки



А.Л.Єрохін

Підпис професора Єрохіна А.Л. засвідчую  
"20" червня 2022 р.



Доктор технічних наук  
професор