

## ВИСНОВОК

**про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів дисертації Нарожного Володимира Вікторовича на тему «Методи та алгоритми семантичної кластеризації даних та інтерактивної взаємодії користувачів в системах доповненої реальності», поданої на здобуття наукового ступеня доктора філософії в галузі знань 12 Інформаційні технології за спеціальністю 122 Комп'ютерні науки**

На засіданні кафедри комп'ютерних систем, мереж і кібербезпеки за участі: голови засідання – заступника зав. каф. 503, канд. техн. наук, проф. Фурманов К. К., канд. техн. наук, доц. Бабешко Є. В., канд. техн. наук, доц. Дужий В. І., ст. викладач Дужа В. В., ст. викладач Єгорова Є. В., ст. викладач. Желтухін О. В., канд. техн. наук, доц. Ілляшенко О. О., асистент Карпенко А. С., канд. техн. наук, доц. Колісник М. О., канд. техн. наук, доц. Куланов В. О., д-р техн. наук, проф. Морозова О. І., канд. техн. наук, доц. Орехов О. О., д-р техн. наук, доц. Певнев В. Я., канд. техн. наук, доц. Перепеліцин А. Є., канд. техн. наук, доц. Піскачов О. І., канд. техн. наук, доц. Тецький А. Г., канд. техн. наук, доц. Узун Д. Д., д-р техн. наук, проф. Фесенко Г. В., д-р техн. наук, проф. Харченко В.С., ст. викладач Холодна З. Б., канд. техн. наук, доц. Шостак А. В., д-р техн. наук, проф. Скляр В. В., д-р техн. наук, проф. Брежнев Є. В., канд. техн. наук, с.н.с. Ключніков І. М., аспірант Кулягін А. І., аспірант Нарожний В.В., аспірант Землянко Г. А., аспірант Вдовіченко О. О., аспірант Лейченко К. М., д-р техн. наук, проф. Горбенко А. В. відбулася публічна презентація дисертаційної роботи Нарожного Володимира Вікторовича на тему «Методи та алгоритми семантичної кластеризації даних та інтерактивної взаємодії користувачів в системах доповненої реальності».

На підставі обговорення змісту презентації дисертаційної роботи ухвалено висновок про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів дисертації (результати голосування – одноголосно).

### **1. Актуальність теми дослідження.**

Технології і системи доповненої реальності (СДР) революціонізувала спосіб взаємодії людини з цифровою інформацією та фізичним світом. Ефективне використання СДР суттєво залежить від здатності обробляти та інтерпретувати великі обсяги даних, зокрема, від досконалості засобів їх семантичної кластеризації та аналізу, організації та вилучення значущої інформації різного типу – вербальної, зображень, вимірювань датчиків тощо. Відомим методам взаємодії в СДР бракує необхідної адаптивності та розуміння контексту, щоб задовольнити різноманітні потреби та вподобання користувачів і вимоги до таких систем.

Для вирішення цих проблем існує нагальна потреба у вдосконалених методах та алгоритмах, спеціально розроблених для семантичної кластеризації даних та інтерактивної взаємодії з користувачами в системах доповненої реальності. Ці

методи повинні використовувати найсучасніші технології машинного навчання, обробки природної мови та взаємодії людини з комп'ютером, щоб забезпечити більш точний і змістовний аналіз даних, а також імерсивний і персоналізований досвід користувача.

Отже актуальними є задачі, які стосуються розроблення та дослідження методів, алгоритмів і програмних засобів семантичної кластеризації даних на базі комплексування і удосконалення існуючих рішень, а також інтерактивної взаємодії користувачів в системах доповненої реальності

**2. Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Отримані автором результати дисертації виконано на кафедрі комп'ютерних систем, мереж і кібербезпеки Національного аерокосмічного університету ім. М. Є. Жуковського «ХАІ» в рамках виконання НДР темою «Наукові основи та методи забезпечення надійності парку БПЛА інтелектуальних систем моніторингу потенційно небезпечних та військових об'єктів (Міністерство освіти і науки України, проєкт № 0121U112172)», а також в навчальному процесі кафедри, в ІТ-компанії та закладі культури.

### **3. Наукова новизна отриманих результатів.**

1) вперше запропоновано комплексний метод семантичної кластеризації, який, на відміну від відомих, інтегрує удосконалений алгоритм латентного розміщення Діріхле (LDA) з алгоритмами пост-оброблення даних з використанням технології двонаправлених енкодерних представлень з трансформаторів (BERT), що підвищує ступінь схожості даних та їх згрупованість в кластерах;

2) удосконалено метод семантичного аналізу даних за допомогою інтеграції алгоритмів машинного навчання BERT з використанням процедури об'єднання результатів, яка базується на модернізованому алгоритмі LDA, що забезпечує підвищення точності аналізу і можливість опрацювання більш лексично складних наборів даних;

3) дістав подальшого розвитку метод інтерактивної взаємодії в системах доповненої реальності, що враховує різноманітність даних з огляду на опис емоційного стану користувача, а також можливі загрози та вразливості цих систем, що надає змогу більш точно обирати варіанти доповненої реальності та підвищити приватність і конфіденційність даних.

### **4. Теоретичне та практичне значення результатів роботи.**

Розроблені семантичної кластеризації та аналізу даних продемонстрували високу ефективність і адаптивність при їх впровадженні.

Запропонований алгоритм семантичної кластеризації досягнув середньої точності кластеризації 95%, перевершивши базові методи на 12%. Така висока точність вказує на ефективність алгоритму в правильному групуванні семантично схожих точок даних, що призводить до більш змістовних і зв'язних кластерів. Крім того, компонент тематичного моделювання розробленого інструментарію досягнув середнього показника тематичної узгодженості 0,92, що на 18% перевищує базові підходи.

Такий високий показник узгодженості означає здатність виявляти семантично значущі та інтерпретовані теми, що підвищує якість аналізу та розуміння даних.

Практичне значення отриманих результатів полягає:

- в доведенні теоретичних положень дисертації до конкретних алгоритмів, рекомендацій,
- безпосередньому використанні у закладах мистецтв, таких як музеї, галереї та виставки.

Зокрема, до основних практичних результатів дисертаційних досліджень слід віднести:

- алгоритм семантичної кластеризації, який може бути інтегрований в системи для аналізу великих наборів даних в різних галузях;
- алгоритм пост-обробки, який покращує результати семантичної кластеризації, забезпечуючи їх більшу стабільність та надійність, який може бути інтегрований в існуючих системах аналітики даних, покращуючи їх здатність до адаптації до змінних умов;
- програмне забезпечення, яке об'єднує функціональність удосконалених алгоритмів та може використовуватись як універсальний сервіс для застосування на різних платформах.

Означені методи, алгоритми і програмне забезпечення утворюють інформаційну технологію для семантичної кластеризації та аналізу даних в системах доповненої реальності.

### **5. Апробація/використання результатів дисертації.**

Основні положення, ідеї, висновки дисертаційної роботи доповідалися та обговорювалися на Всеукраїнському семінарі «Критичні комп'ютерні технології та системи», на кафедрі комп'ютерних мереж, систем і кібербезпеки Національного аерокосмічного університету ім. М.Є. Жуковського «ХАІ», а також на:

- 16-та Міжнародна конференція з схемотехніки, систем, обробки сигналів, зв'язку та комп'ютерів (м. Пуерто-де-ла-Крус, Іспанія, 2024 р.);
- XI Міжнародна науково-практична конференція “MODERN PROBLEMS OF SCIENCE, EDUCATION AND SOCIETY” (м. Київ, 2024 р.);
- V Міжнародна науково-практична конференція “GLOBAL SCIENCE: PROSPECTS AND INNOVATIONS” (м. Ліверпуль, Великобританія, 2023 р.).

Розроблені автором наукові положення впроваджені у:

- в якості програмного забезпечення в компанії-розробнику програмного забезпечення ТОВ «АНДЕРСЕНЛАБ» (акт впровадження від 15.03.2024 р.);
- комунальний заклад «Закарпатська обласна універсальна наукова бібліотека ім. Ф. Потушняка» (акт впровадження від 29.03.2024 р.);
- виконання держбюджетного проекту кафедри комп'ютерних систем, мереж і кібербезпеки (акт впровадження від 24.03.2024 р.);
- в навчальному процесі Національного аерокосмічного університету ім. М. Є. Жуковського «ХАІ» (акт впровадження від 22.03.2024 р.).

## 6. Дотримання принципів академічної доброчесності

Дисертація Нарожного Володимира Вікторовича є оригінальною роботою, виконана здобувачем самостійно й доброчесно, текст рукопису дисертаційної роботи не містить ознак академічного шахрайства. Роботу передано експерту для проведення науково-технічної експертизи щодо збігів із Інтернет-джерелами, про що буде надано відповідний звіт.

## 7. Перелік публікацій за темою дисертації із зазначенням особистого внеску здобувача.

Основні результати дисертації опубліковано 8 наукових публікацій, у тому числі:

- 4 статті у наукових фахових виданнях України категорії Б за спеціальністю;
- 1 глава в колективній монографії;
- 3 доповіді в збірниках праць міжнародних конференцій, що проводилися в Україні, Великобританії та Іспанії.

Статті у наукових фахових видання, затверджених МОН України:

1. Нарожний В. В., Харченко В.С., “Ризик-орієнтоване оцінювання кібербезпеки додатків доповненої реальності з використанням імеса-аналізу”, АВІАЦІЙНО-КОСМІЧНА ТЕХНІКА І ТЕХНОЛОГІЯ, сс. 86-94, 2023, <http://nti.khai.edu/ojs/index.php/aktt/article/view/aktt.2023.6.10/2201>

2. Нарожний В. В., Харченко В.С., “Метод семантичного аналізу даних для визначення маркерних слів при обробленні результатів оцінки візиторів в інтерактивному мистецтві”, Системи управління, навігації та зв’язку, сс. 141-145, 2024, <https://journals.nupp.edu.ua/sunz/issue/view/115/63>

3. Кулягін А. І., Нарожний В.В., Ткачов В. М., Кучук Г. А. "Дослідження методів побудови рекомендаційних систем для розв’язання задачі вибору найбільш релевантного відео при створенні віртуальних арт-композицій", Системи управління, навігації та зв’язку, сс. 94-99, 2022, <https://journals.nupp.edu.ua/sunz/issue/view/96/54>

4. Нарожний В. В., Харченко В. С. Метод семантичної кластеризації з використанням інтеграції вдосконаленого алгоритму LDA й алгоритму BERT. Сучасний стан наукових досліджень та технологій в промисловості. 2024. № 1 (27). С. 140–153. DOI: <https://doi.org/10.30837/ITSSI.2024.27.140>

## 8. Висновок наукового керівника

Отже, вважаємо що дисертаційна робота Нарожного Володимира Вікторовича «Методи та алгоритми семантичної кластеризації даних та інтерактивної взаємодії користувачів в системах доповненої реальності», подана на здобуття наукового ступеня доктора філософії відповідає вимогам Порядку присудження ступеня доктора філософії (Постанова Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44), Стратегії розвитку вітчизняної авіаційної промисловості на період до 2020 року, що схвалена розпорядженням Кабінету Міністрів України N 1656-р від 27 грудня 2008 р., а також Державної цільової науково-технічної програми розвитку авіаційної промисловості на 2021–2030 роки згідно з постановою

Кабінету Міністрів України № 951 від 1 вересня 2021 р. Відтак, може бути представлена до захисту в разовій спеціалізованій вченій раді для присудження ступеня доктора філософії в галузі знань в галузі знань 12 Інформаційні технології за спеціальністю 122 Комп'ютерні науки.

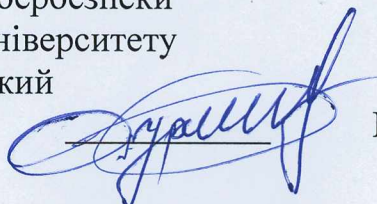
Головуючий на засіданні

кандидат технічних наук, професор, заступник завідувач кафедри комп'ютерних систем, мереж і кібербезпеки

Національного аерокосмічного університету

ім. М. Є. Жуковського «Харківський

авіаційний інститут»



Клайд ФУРМАНОВ