

Голові разової спеціалізованої  
вченої ради ДФ 70.052.026  
Хмельницького національного  
університету  
доктору технічних наук, професору  
Тетяні ГОВОРУЩЕНКО

**Висновок про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів  
дисертації Калити Олега Дмитровича**

**«Інформаційна технологія ідентифікації змін емоційного стану людини за  
мімічними проявами для систем, що відповідають вимогам безпеки»,  
що подана до захисту на здобуття наукового ступеня доктора філософії  
з галузі знань 12 Інформаційні технології  
за спеціальністю 122 Комп'ютерні науки**

**1. Актуальність теми дослідження та її зв'язок із планами наукових робіт  
університету.**

У сучасному світі, де технології стають складовою частиною життя людини, розробка інформаційних систем, які можуть ідентифікувати емоційний стан особи за мімічними проявами, набуває значної актуальності.

До прикладу, системи відеоспостереження, інтегровані в громадські простори, можуть виявляти потенційно небезпечні ситуації, аналізуючи емоційний стан людей. Це особливо актуально в місцях зібрань великої кількості людей, де ризик виникнення негативної аномальної поведінки в однієї або кількох людей або інших екстремальних ситуацій є вкрай високим. Водночас однією з основних проблем сучасних технологій є низька точність роботи або брак здатності працювати в режимі реального часу. Адже зміни емоційного стану можуть бути миттєвими.

Отже, актуальною науковою задачею є розроблення інформаційної технології ідентифікації змін емоційного стану людини за мімічними проявами, яка забезпечить підвищення точності ідентифікації різких змін емоційного стану за відеопотоком у режимі реального часу. Це дасть змогу покращити процес виявлення аномальної поведінки групи людей у натовпі для систем, що відповідають вимогам безпеки.

Дослідження, результати яких викладено в дисертаційній роботі, проведено під час виконання науково-дослідних робіт за двома держбюджетними темами Хмельницького національного університету “Агентно-орієнтована система підвищення безпеки та якості програмного забезпечення комп'ютерних систем” (ДР №0119U100662) та “Розроблення інформаційної технології прийняття контрольованих людиною критично-безпекових рішень за ментально-формальними моделями машинного навчання” (ДР №0121U112025), в яких автор дисертації був безпосереднім виконавцем.



## **2. Формулювання наукової задачі, мети й задач дослідження.**

Здобувачем правильно визначено об'єкт і предмет дослідження, відповідно до висунутої заздалегідь гіпотези дослідження. Так, об'єктом дослідження визначено процес виявлення аномальної поведінки групи людей у натовпі за їхніми мімічними проявами у системах, що відповідають вимогам безпеки. Предметом дослідження є моделі, методи та засоби інформаційної технології ідентифікації змін емоційного стану людини за мімічними проявами для систем, що відповідають вимогам безпеки.

Мету дисертаційної роботи визначено, як підвищення точності ідентифікації змін емоційного стану людини за мімічними проявами шляхом розроблення інформаційної технології для виявлення аномальної поведінки групи людей у натовпі за їхніми мімічними проявами у системах, що відповідають вимогам безпеки.

Поставлену мету роботи досягнуто в результаті розв'язання таких задач: 1) досліджено сучасні засоби та підходи до виявлення аномальної поведінки групи людей в натовпі для систем, що відповідають вимогам безпеки; 2) розроблено нову модель для ідентифікації емоційного стану за мімічними проявами; 3) розроблено новий метод геометричної інтерпретації ділянок обличчя для отримання характерних ознак мімічної активності для аналізу зображення з низькою роздільною здатністю для груп людей; 4) удосконалено метод гіперплощинної класифікації для ідентифікації різких емоційних станів за мімічними проявами для побудови класифікаторів, щоб виявляти різкі зміни емоційних станів локальних груп людей; 5) розроблено інформаційну технологію та прототипну інформаційну систему ідентифікації змін емоційного стану людини за мімічними проявами та провести її валідацію за відомими наборами зображень обличч людей з емоційним забарвленням; 6) проведено експериментальне дослідження з розробленою інформаційною технологією та доведено покращення процесу виявлення аномальної поведінки в натовпі для систем, що відповідають вимогам безпеки.

## **3. Наукова новизна** одержаних автором результатів полягає в наступному:

1) Розроблено нову модель подання мімічних проявів емоційних станів людини, у якій на відміну від аналогів стійко групуються та розділяються основні класи емоцій, що дало змогу використовувати зображення з низькою роздільною здатністю в камерах відеоспостереження та виявляти різкі зміни емоційного стану.

2) Розроблено новий метод геометричної інтерпретації ділянок обличчя, який на відміну від аналогів дає можливість прозоро отримувати характерні ознаки мімічної активності, що дозволило з малою обчислювальною складністю аналізувати зображення з низькою роздільною здатністю.

3) Удосконалено метод гіперплощинної класифікації для ідентифікації мімічних проявів емоційних станів, який на відміну від аналогів дозволяє будувати гіперплощину розмежування у векторному просторі ознак за принципом «людина-у-петлі», що дало змогу отримати класифікатори для виявлення різких змін емоційних станів.

4) Одержала подальшого розвитку інформаційна технологія ідентифікації різких змін емоційного стану за розробленою моделлю подання мімічних проявів емоційних станів людини, методом геометричної інтерпретації ділянок обличчя та методом гіперплощинної класифікації, яка відрізняється від аналогів простою моделлю, прозорим та зрозумілим виділенням ознак та класифікацією, що дало змогу



локалізувати групи людей з різкою зміною емоційного стану за матеріалами зовнішньої відеофіксації з високим показником точності.

#### **4. Обґрунтованість і достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій.**

Наукові положення, висновки й рекомендації дисертації обґрунтовані коректним та доцільним використанням математичного апарату, алгоритмами оброблення зображень, виявлення візуальних ознак та класифікації емоційних станів за мімічними проявами, успішною реалізацією розробленого прототипу інформаційної технології, ефективним практичним впровадженням результатів дисертаційної роботи на підприємствах, що використовують подібні інформаційні системи, що продемонструвало відповідність теоретичних досліджень із реальними результатами застосування.

#### **5. Практичне значення одержаних результатів.**

Практичне значення застосування інформаційної технології полягає в розробленні інформаційної технології, що призначена для автоматизованого перетворення вхідної інформації, що подана у вигляді зображення обличчя людини на відеокадрах низької роздільної здатності (704×480), у результуючу інформацію у вигляді ідентифікованих груп людей з різким проявом негативного емоційного стану. Результати експериментальних тестувань із використанням розробленого прототипу програмного забезпечення підтверджують вірність наукових положень запропонованої інформаційної технології, оскільки її впровадження дає змогу підвищити достовірність виявлення аномальної поведінки за мімічними проявами на 0,91-2,20%, залежно від різних емоцій та умов навколишнього середовища, та знизити ймовірність виникнення помилки під час ідентифікації різких змін емоційних станів на 0,23 %-2,21 % порівняно із сучасними аналогами.

Теоретичні та практичні результати дослідження впроваджені в ПП «ШЕЛТЕР ПЛЮС», м. Хмельницький (довідка про впровадження від 17.04.2023), та ТОВ «ІТСАЙТС», м. Хмельницький (довідка про впровадження від 07.05.2023), а також, в освітньому процесі Хмельницького національного університету (акт про впровадження від 14.01.2022 р.) під час викладання дисциплін на кафедрі комп'ютерних наук для спеціальності 122 Комп'ютерні науки, зокрема в курсах «Об'єктно-орієнтоване програмування», «Інтелектуальний аналіз даних», «Моделювання систем та системний аналіз» та «Методи та системи штучного інтелекту».

#### **6. Особистий внесок здобувача** полягає в наступному:

Розробленні моделі, методів та інформаційної технології забезпечують розв'язання поставлених у дисертації задач. Усі основні наукові та прикладні результати дисертаційної роботи отримані здобувачем самостійно. За результатами проведених досліджень основні наукові результати опубліковано в 5 наукових статтях у фахових наукових журналах України. Апробація засвідчена публікаціями 5 праць у матеріалах міжнародних та всеукраїнських конференцій, з яких 4 праці індексовані в наукометричній базі Scopus. У роботах, що опубліковані в співавторстві, автору належать основні ідеї, теоретична та практична розробка положень, що відображені в характеристиці наукової новизни отриманих результатів, а саме розроблено нову модель подання якісних ознак емоційних станів за групуванням скупченостей



характерних мімічних проявів обличчя; розроблено новий метод формалізації якісних ознак людського обличчя; розроблено новий метод гіперплощинної класифікації для розділення груп емоційних станів.

**7. Апробація матеріалів дисертації.** Основні положення та наукові результати доповідалися та обговорювалися на 5 міжнародних та всеукраїнських конференціях: 2019 IEEE International Conference on Advanced Trends in Information Theory (Kyiv, Ukraine, 18-20 December 2019); International Scientific Conference “Intellectual Systems of Decision Making and Problem of Computational Intelligence” (Zalizniy Port, Ukraine, 25-29 May 2020); 1st International Workshop on Intelligent Information Technologies and Systems of Information Security (Khmelnyskyi, Ukraine, 10-12 June 2020); III Всеукраїнській науково-практичній конференції молодих вчених та здобувачів вищої освіти присвяченої Дню науки “Сучасна молодь в світі інформаційних технологій” (м. Херсон, м. Кропивницький, 16 травня 2022 р.); 3rd International Workshop on Intelligent Information Technologies and Systems of Information Security (Khmelnyskyi, Ukraine, 25-27 May 2022).

**8. Структура та обсяг дисертації.** Дисертаційна робота складається з анотації, переліку умовних скорочень, вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел та семи додатків. Повний обсяг роботи становить 186 сторінок друкованого тексту, з них анотація – на 13 стор., зміст – на 3 стор., перелік умовних скорочень – на 1 стор., основний текст – на 127 стор., список зі 144 використаних джерела – на 15 стор., додатки – на 26 стор. Дисертація містить 41 рисунок та 21 таблицю.

#### **9. Зауваження.**

У результаті вивчення рукопису мною сформовано такі зауваження:

1. Здобувачем визначено об’єкт дослідження як «процес виявлення аномальної поведінки групи людей у натовпі за їхніми мімічними проявами в системах, що відповідають вимогам безпеки». Однак у тексті роботи не розкрито поняття аномальною поведінки в натовпі повною мірою. Варто деталізувати патерни та ознаки аномальної поведінки.

2. Також у тексті роботи немає визначення натовпу з технічної точки зору, зокрема, не зазначено допустиму кількість обличч людей, що має бути зафіксована на зображенні, щоб ці люди вважалися натовпом.

3. У роботі не розкрито повною мірою аспект виявлення обличчя в натовпі. Чи буде інформаційна система на основі інформаційної технології (ІТ) працювати не з натовпом, а з поодинокими обличчями?

4. У розділі 3 зазначено, що запропонована ІТ призначена для ідентифікації емоційних проявів для натовпу з аномальним проявом «Страх». Але за розробленою моделлю відбувається класифікація більшої кількості емоцій, а саме, злості, страху, радості, нейтрального стану та суму. Чому в ІТ акцент зроблено саме на емоційному стані «страх»?

5. У вступі в блоках «Публікації» та «Структура та обсяг дисертації» допущено кілька технічних помилок, а саме: 1) вказано, що «апробація засвідчена публікаціями 6 праць в матеріалах міжнародних та всеукраїнських конференцій, з яких 5 праць індексовані в наукометричній базі Scopus», хоча насправді до захисту подано 5 праць



конференцій, поміж яких 4 індексовані в Scopus; 2) вказано, що «Повний обсяг роботи становить 183 сторінок друкованого тексту», хоча насправді рукопис має 186 сторінок.

Проте підкресляю, що зазначені зауваження істотно не впливають на зміст дисертаційної роботи та не знижують її наукову новизну та практичну цінність.

#### **Загальний висновок.**

Дисертаційна робота Калити О. Д. «Інформаційна технологія ідентифікації змін емоційного стану людини за мімічними проявами для систем, що відповідають вимогам безпеки» є завершеною науковою роботою, яка містить новий та актуальний науково-прикладний внесок. Усі результати, які виносяться на захист, є достовірними та отримані автором особисто.

Тому, з огляду на вище вказане, вважаю, що дисертаційна робота «Інформаційна технологія ідентифікації змін емоційного стану людини за мімічними проявами для систем, що відповідають вимогам безпеки», яка подана на здобуття ступеня доктора філософії, за своїм науковим рівнем та практичною цінністю, змістом та оформленням повністю відповідає вимогам пп. 6, 7, 8, 9 «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради Закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженому постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44, а її автор, Калита Олег Дмитрович, заслуговує на присудження ступеня доктора філософії за спеціальністю 122 Комп'ютерні науки.

Рецензент:

д.т.н., професор, професор кафедри  
комп'ютерної інженерії та інформаційних систем  
Хмельницького національного університету

Сергій ЛИСЕНКО

«Підпис Сергія ЛИСЕНКА засвідчую»:

Проректор з наукової роботи  
Хмельницького національного університету

Олег СИНЮК