

## **ВІДГУК**

офіційного опонента на дисертаційну роботу  
Гаврилович Марії Павлівни  
на тему «Верифікація користувача методами глибокого навчання на основі  
поведінкових та біометричних характеристик»,  
представлену на здобуття ступеня доктора філософії  
в галузі знань 12 Інформаційні технології  
за спеціальністю 122 Комп'ютерні науки

### **Актуальність теми дисертації.**

В сучасному цифровому світі, де велика кількість особистої та корпоративної інформації зберігається в електронному вигляді, актуальність створення надійних та ефективних систем ідентифікації особи є вищою ніж будь-коли. Це пояснюється не тільки зростаючими загрозами кіберзлочинності, включаючи шахрайство, хакерські атаки та витік даних, але й необхідністю забезпечення безперервного доступу до персональних та корпоративних систем з максимальною зручністю для користувачів. В цьому контексті, методи автентифікації, які використовують унікальні біометричні та поведінкові характеристики, відіграють ключову роль, оскільки вони значно ускладнюють несанкціонований доступ до інформації та систем.

Крім загальної потреби в захисті інформації, є й специфічні сфери, де вдосконалені системи ідентифікації мають особливо велике значення. Наприклад, у сфері охорони здоров'я точна ідентифікація пацієнтів може значно покращити якість лікування та забезпечити захист медичних даних. У фінансовому секторі ефективні системи ідентифікації можуть запобігати шахрайству та забезпечувати безпечні транзакції. В контексті міжнародних подорожей надійні біометричні системи сприяють посиленню безпеки кордонів та ефективному управлінню потоками пасажирів.

Таким чином, актуальність розробки і впровадження передових систем ідентифікації, що використовують біометричні та поведінкові дані, обумовлена їх здатністю забезпечити значно вищий рівень безпеки порівняно з традиційними методами. Це не тільки зменшує ризики для індивідуальних користувачів та організацій, але й сприяє створенню більш надійного та безпечного цифрового суспільства.

## **Оцінка обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірності та новизни.**

Наукова новизна результатів дисертаційного дослідження полягає в наступному:

1. Розроблені нові гібридні архітектури, які базуються на стискуючих та варіаційних автокодувальниках з використанням трансформерів, для розв'язання задач верифікації на основі поведінкових та біометричних характеристик користувача, що дозволило досягти значного покращення критеріїв ефективності в порівнянні з існуючими методами.

2. На основі розроблених нових гібридних архітектур створена система підтримки прийняття рішень верифікації користувача.

3. Розроблено новий підхід для покращення точності систем біометричної верифікації, що базується на використанні величин фрактальних розмірностей.

4. Визначені та набули подальшого розвитку прикладні сценарії та компоненти системи верифікації на базі уточненої практичної методології побудови систем глибокого навчання на основі запропонованих архітектур.

Достовірність отриманих результатів обчислювальних експериментів забезпечена коректним застосуванням відповідного апарату побудови нейронних мереж глибокого навчання з використанням фактичних даних та показів давачів, які описують біометричні та поведінкові характеристики людини. Контроль значень метрик якості здійснено на незалежних коректно вибраних тестових вибірках даних, що додатково підтверджує достовірність отриманих здобувачкою наукових результатів.

Наукові положення, висновки та рекомендації є у достатній мірі обґрунтованими. Вони базуються на сучасних вітчизняних та зарубіжних наукових джерелах, а також коректно використовують методологію машинного навчання, зокрема побудови нейронних мереж глибокого навчання і методів штучного інтелекту.

У дисертації здобувачка отримала нові наукові результати. При цьому основними з них є застосування значення величини фрактальної розмірності як нової інформаційної ознаки та представлення нових гібридних архітектур на базі стискуючих автокодувальників з використанням трансформерів. Це надає можливість побудови більш точних на ефективних систем біометричної



верифікації користувача на основі біометричних та поведінкових характеристик.

Отже, в дисертаційній роботі поставлене наукове завдання виконано повністю, здобувачка повною мірою оволоділа методологією наукової діяльності.

**Оцінка змісту дисертації, її завершеність та дотримання принципів академічної доброчесності.**

За своїм змістом дисертаційна робота здобувачки Гаврилович М.П. повністю відповідає Стандарту вищої освіти зі спеціальності 122 Комп'ютерні науки та напрямкам досліджень відповідно до освітньої програми Комп'ютерні науки.

Дисертаційна робота є завершеною науковою працею і свідчить про наявність особистого внеску здобувачки у науковий напрям «Комп'ютерні науки».

Розглянувши звіт подібності за результатами перевірки дисертаційної роботи на текстові співпадіння, можна зробити висновок, що дисертаційна робота Гаврилович Марії Павлівни є результатом самостійних досліджень здобувачки і не містить елементів фальсифікації, компіляції, фабрикації, плагіату та запозичень. Використані ідеї, результати і тексти інших авторів мають належні посилання на відповідне джерело.

### **Мова та стиль викладення результатів**

Дисертаційна робота написана українською мовою. Результати проведеного аналізу та досліджень викладено послідовно, логічно, доступно та грамотно. Авторка викладає інформацію в науковому стилі та вдається до використання актуальної наукової термінології. Структура тексту дисертації добре організована, що сприяє кращому розумінню та аналізу предмета дослідження, а також забезпечує легке зосередження на ключових елементах роботи та відповідних наукових ресурсах. Такий підхід у викладенні результатів, заснований на теоретичних розробках і практичних експериментах, дозволяє глибше зрозуміти матеріал і сприяє подальшому прогресу в обраній науковій галузі.

Дисертація складається зі вступу, 3 розділів, висновків, списку літератури та додатків. Загальний обсяг дисертації 126 сторінок.

У вступі описуються цілі та задачі дослідження, та обґрунтовується значущість обраної теми дисертації. В ньому також висвітлені проблеми, які існують у поточних методах, представлені інноваційні аспекти дослідження та його практична важливість. Авторка вказує на свій особистий вклад у дослідження, процес апробації дисертаційної роботи та описує опубліковані роботи, пов'язані з темою дисертації.

У першому розділі проведено глибокий огляд існуючих джерел, в яких досліджується розв'язок задачі верифікації користувача за допомогою нейронних мереж глибокого навчання та аналіз різних класів архітектур. Визначені недоліки та можливі напрямки подальших досліджень для вдосконалення існуючих і побудови нових ефективних архітектур для систем біометричної поведінкової верифікації.

В другому розділі авторка описує постановку задачі неперервної біометричної верифікації користувача; представлена вдосконалена методологія оптимізації створених моделей верифікації. Проведено порівняльний аналіз різних типів автокодувальників з класичними методами машинного навчання, як-от однокласові опорні машини векторів (SVM) та ізоляційний ліс (Isolation Forest). Наведено розрахунки побудови конкретних прикладних сценаріїв відповідно до удосконаленої методології побудови систем верифікації. Реалізований емпіричний підхід послідовного підбору квазі-оптимального вектору параметрів архітектури моделі для задачі верифікації. Запропонований зручний інтерфейс представлення результатів роботи моделі для експрес-оцінки якості досліджуваних архітектур.

В третьому розділі запропонована система підтримки прийняття рішень для неперервної верифікації користувача а також представлено дослідження та результати експериментів, зокрема запропонована нова гібридна архітектура, яка базується на стискуючих автокодувальниках з використанням трансформерів, показує швидший час висновку та нижче значення рівного рівня помилок для всіх типів фізичних активностей та їх комбінацій. Проведено аналіз впливу величин фрактальної розмірності Хігучі вхідних даних на ефективність системи верифікації на базі автокодувальників. Показано перевагу використання фрактальної розмірності даних на основні метрики якості, зокрема на рівний рівень помилок та на значення площі під кривою в порівнянні з системою верифікації без її врахування.



Дисертаційна робота оформлена відповідно до вимог наказу МОН України від 12 січня 2017 р. № 40 «Про затвердження вимог до оформлення дисертації».

### **Оприлюднення результатів дисертаційної роботи**

Наукові результати дисертації висвітлені у 4 наукових публікаціях здобувачки, серед яких: 1 стаття у наукових виданнях, включених на дату опублікування до переліку наукових фахових видань України; 3 статті у періодичних наукових виданнях, проіндексованих у базах даних Scopus.

Також результати дисертації були апробовані на 2 наукових фахових конференціях.

Усі публікації здобувачки мають високий науковий рівень. У них детально розкриваються основні наукові результати виконаного дослідження. Особистий внесок здобувачки до публікацій за співавторством вагомий, особливо в описі експериментальних частин роботи. Принципів академічної доброчесності у жодній з публікацій не порушено.

Таким чином, наукові результати, які описані в дисертаційній роботі, повністю висвітлені у наукових публікаціях здобувача.

### **Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи.**

1. У дослідженні бажано було б більш детально розглянути різні підходи до попередньої обробки даних давача та їх вплив на метрики якості в залежності від обраної архітектури нейронної мережі глибокого навчання.

2. В другому розділі бажано провести більш ґрунтовне дослідження практичної методології та розрахувати результати для більшої кількості параметрів.

3. В роботі для аналізу біометричних сигналів використана величина фрактальної розмірності Хігучі. Бажано було б провести порівняльний аналіз цієї величини з іншими величинами фрактальної розмірності: Мінковського, Рені, інформаційна, кореляційна, тощо.

4. Бажано було б розглянути задачу вибору архітектури нейронної мережі та підбору її параметрів як оптимізаційну, що дозволило б отримати більш якісні і точні моделі верифікації користувачів.

5. По тексту роботи зустрічаються незначні стилістичні неточності.

Вважаю, що висловлені зауваження не є визначальними і не зменшують загальну наукову новизну і практичну значимість результатів та не впливають на позитивну оцінку дисертаційної роботи.

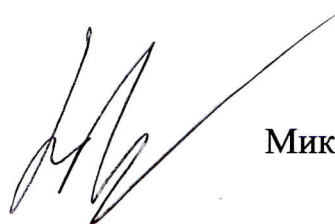
### **Висновок про дисертаційну роботу**

Вважаю, що дисертаційна робота здобувачки ступеня доктора філософії Гаврилович Марії Павлівни на тему «Верифікація користувача методами глибокого навчання на основі поведінкових та біометричних характеристик» виконана на високому науковому рівні, не порушує принципів академічної доброчесності та є закінченим науковим дослідженням, сукупність теоретичних та практичних результатів якого вирішує наукове завдання, що має істотне значення для інформаційних технологій. Дисертаційна робота за актуальністю, практичною цінністю та науковою новизною повністю відповідає вимогам чинного законодавства України, що передбачені в п.6 – 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.

Здобувачка Гаврилович Марія Павлівна заслуговує на присудження ступеня доктора філософії в галузі знань 12 Інформаційні технології за спеціальністю 122 Комп'ютерні науки.

### **Офіційний опонент:**

Професор кафедри комп'ютерних інтелектуальних технологій і систем Харківського національного університету радіоелектроніки, доктор технічних наук, професор



Микола КОРАБЛЬОВ

### **Підпис засвідчую:**

Учений секретар Харківського національного університету радіоелектроніки, к.т.н., доцент



Ірина ЖАРИКОВА

« 02 » 08 2024 року

