

## ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу

**ВИСОЦЬКОЇ Олени Олександрівни**

“Методи біометричної автентифікації користувачів інформаційних систем за їх клавiатурним та рукописним почерком”,  
представлену на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.21 – “Системи захисту інформації”

Враховуючи той факт, що інформаційні системи використовуються вже майже в усіх сферах діяльності, **актуальними** стають задачі розмежування доступу до цих систем та захисту інформації, що зберігається, обробляється та передається в інформаційних системах. Одним із доцільних способів вирішення даних задач є автентифікація користувачів інформаційних систем. Тому можна сказати, що дослідження та розробка, в даній дисертаційній роботі методів автентифікації користувачів є досить актуальним. А той факт, що в роботі обрано такий різновид автентифікації, як біометрична автентифікація, робить тему дослідження ще більш актуальною. Зручність використання, в більшості випадків не дуже висока ціна та досить висока точність розпізнавання – все це призвело до того, що біометрична автентифікація останнім часом стала популярним різновидом автентифікації. В дисертації обрана біометрична автентифікація динамічного типу за клавiатурним та рукописним почерком. Тому при виборі механізму розпізнавання треба враховувати, що на відміну від статичної для динамічної автентифікації властива деяка нестабільність характеристик, що аналізуються. Крім того, треба врахувати, що в даній роботі запропоновано звести задачу автентифікації до задачі класифікації образів. Обраний механізм розпізнавання призначений саме для вирішення задачі класифікації образів. Все вищезазначене робить доцільним те, що в даній дисертаційній роботі, в якості механізму розпізнавання було обрано саме імовірнісні нейронні мережі як один із різновидів нейронних мереж, який задовольняє вказаним умовам. Стрімкий розвиток нейронних мереж, поява нових типів мереж та вдосконалення існуючих типів мереж призвело до того, що використання нейронних мереж для вирішення

02.10/2019  
Вір 28.10.2019 / СВР А26.062.17

різноманітних задач останнім часом є досить частим явищем. Тому використання імовірнісних нейронних мереж в якості механізму розпізнавання в даній роботі є доцільним та актуальним.

**Метою** даного дисертаційного дослідження є вирішення важливої науково-технічної задачі підвищення імовірності правильного розпізнавання користувачів інформаційних систем за рахунок розробки нових методів автентифікації користувачів, які використовують для розпізнавання біометричні характеристики користувача, застосовуючи нейронні мережі для ідентифікації його біометричного образу. Для досягнення цієї мети було поставлено чотири взаємопов'язаних задачі. Аналіз розділів дисертації показав, що всі ці задачі коректно вирішено та відображено у висновках роботи. Ступінь **обґрунтованості** коректності функціонування розроблених методів достатньо висока. Під час виконання дисертаційних досліджень використано комп'ютерне моделювання, статистичний аналіз, теорія імовірності, лінійна алгебра, методи емпіричних та теоретичних досліджень, комбінаторний аналіз, об'єктно-орієнтовані інформаційні технології, математичний апарат нейронних мереж.

**Дисертація складається** з анотації, переліку умовних скорочень, вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел та трьох додатків.

Вирішенню **першої поставленої задачі** присвячено перший розділ дисертації. Тобто в цьому розділі проаналізовані існуючі біометричні методи розпізнавання та програмні і апаратні засоби на їх основі, з метою здійснення вибору методів автентифікації користувачів інформаційних систем, застосування яких забезпечить задану імовірність правильного розпізнавання користувачів та не потребуватиме суттєвих витрат на впровадження. Крім того, в першому розділі здійснюється вибір механізму розпізнавання. Для цього проаналізовані найбільш поширені типи нейронних мереж. На основі проведеного аналізу обрана імовірнісна нейронна мережа.

Вирішенню **другої та третьої поставлених задач** присвячено другий та третій розділ дисертації. В другому розділі роботи запропоновано метод автентифікації користувачів інформаційних систем за їх клавіатурним почерком, який для розпізнавання використовує імовірнісну нейронну мережу. Для збільшення імовірності правильного розпізнавання користувачів та зменшення

ресурсних витрат, розроблено метод первинної обробки зразків клавіатурного почерку користувачів. В третьому розділі роботи запропоновано метод автентифікації користувачів інформаційних систем за їх рукописним почерком, який для розпізнавання також використовує імовірнісну нейронну мережу. Для збільшення імовірності правильного розпізнавання користувачів та зменшення ресурсних витрат, відповідно розроблено метод первинної обробки зразків рукописного почерку користувачів.

Вирішенню **четвертої поставленої задачі** присвячено четвертий розділ роботи. В цьому розділі було створене програмне забезпечення, яке на основі розроблених методів розпізнавання користувачів виконує автентифікацію користувачів інформаційних систем за обраними біометричними характеристиками та, по-перше, оцінює імовірність їх правильного розпізнавання, по-друге, на основі аналізу накопичених даних дає змогу здійснити вибір конфігураційних параметрів систем розпізнавання. Коректність роботи запропонованих методів доводять результати проведених експериментів, які проілюстровані наведеними графіками. Опис структури розробленого програмного забезпечення та лістинг основних його функцій наведено в додатках до дисертації.

Результати проведеного дослідження мають **наукову новизну та практичну цінність**. Найбільш важливими на думку опонента є наступні моменти:

1. Вдосконалено класифікацію біометричних систем розпізнавання, що дало змогу здійснити вибір біометричних методів автентифікації користувачів інформаційних систем, застосування яких забезпечує задану імовірність правильного розпізнавання користувачів та не потребує суттєвих витрат на впровадження.

2. Вперше запропоновано метод первинної обробки зразків клавіатурного почерку, який за рахунок аналізу спектральних характеристик почерку користувача, дозволяє виключити хибні зразки почерку, які є нехарактерними і викликані випадковими помилками користувача при наборі тексту, що забезпечує більш високу і рівномірну якість характеристик почерку і, завдяки цьому, збільшується імовірність правильного розпізнавання користувачів, при використанні запропонованого методу автентифікації користувачів за їх

клавіатурним почерком, при умові використання для розпізнавання імовірнісної нейронної мережі.

3. Вперше запропоновано метод первинної обробки зразків рукописного почерку, в якому за рахунок автоматизації процесу відбору контрольних точок в зразках рукописного почерку, чії характеристики аналізуються, видаленню помилкових точок п'яти типів та проведенню корекції даних трьох типів, досягається збільшення імовірності правильного розпізнавання користувачів, при використанні запропонованого методу автентифікації користувачів за їх рукописним почерком, при умові використання для розпізнавання імовірнісної нейронної мережі. Крім того, завдяки зменшенню кількості ознак в зразках, що аналізуються, досягається зменшення затрачених ресурсів.

4. На основі результатів проведених експериментів, за допомогою розробленого програмного забезпечення, здійснено вибір конфігураційних параметрів, налаштування яких є найбільш критичним для збільшення імовірності правильного розпізнавання користувачів інформаційних систем та отримана оцінка імовірності правильного розпізнавання користувачів інформаційних систем за обраними біометричними характеристиками, яку забезпечує використання імовірнісної нейронної мережі.

За темою дисертації автором опубліковано 28 наукових праць, в тому числі 1 наукова стаття у міжнародному рецензованому виданні, що входить до бази даних Scopus, 1 наукова стаття у закордонному фаховому науковому журналі, 1 наукова стаття у міжнародному рецензованому виданні, що входить до бази даних Index Copernicus, 14 статей у наукових фахових журналах та збірниках, а також 11 тез доповідей конференцій. Повний перелік цих праць наведено в авторефераті.

Результати дисертаційних досліджень впроваджені в 6 організаціях, а саме: в Управлінні верифікації Генерального штабу Збройних сил України, в управлінні Пенсійного фонду України у Києво-Святошинському районі, в підприємстві «Інтегратор», в ТОВ «НВЦ «ІНФОЗАХИСТ», в ІПМЕ ім. Г.Є. Пухова НАН України, а також використовуються у навчальному процесі кафедри комп'ютеризованих систем захисту інформації Національного авіаційного університету.

### **Зауваження до дисертаційної роботи:**

1. В першому розділі дисертації не достатньо детально розглянуті основні типи нейронних мереж. Мало би сенс детально розглянути ті типи нейронних мереж, які найчастіше використовують для класифікації та розпізнавання об'єктів, наприклад згорткові нейронні мережі.

2. В дисертації не досить чітко сформульовані критерії вибору типу нейронної мережі для подальшого її використання під час вирішення задачі розпізнавання. Крім того, не обґрунтовано, чому використовується імовірнісна нейронні мережі, хоча існують більш сучасні мережі, які придатні для розв'язання поставленої задачі.

3. В роботі наведено графічне представлення тільки загальної архітектури імовірнісної нейронної мережі, але не наведено графічне представлення архітектури конкретних мереж, які використовуються для вирішення задачі розпізнавання користувачів за їх клавіатурним та рукописним почерком.

4. При створенні імовірнісної нейронної мережі для вирішення задачі автентифікації користувачів інформаційних систем за їх клавіатурним (стор. 65) та рукописним (стор. 108-110) почерком, в шар підсумовування, на думку опонента, має сенс додати елемент для незареєстрованого класу (неавторизований користувач або невідомий символ). Це може підвищити імовірність правильного розпізнавання.

5. Один і той самий шар імовірнісної нейронної мережі в деяких місцях дисертаційної роботи позначається, як «шар підсумовування» (стор. 54, 55, 65, 108, 110), а в деяких як «шар додавання» (стор. 65, 92, 109, 110), що ускладнює сприйняття матеріалу.

6. Для методу первинної обробки зразків рукописного почерку при корекції даних (етап 2) при виправленні помилок 8-го типу (крок 3) при обчисленні  $M_c$  не вказані граничні значення змінних типу  $X_{MAX}$  (стор. 102).

7. Тексту дисертації притаманна складність викладення, крім того є окремі зауваження щодо оформлення дисертації.

### **Загальний висновок по роботі**

Зазначені вище зауваження не зменшують наукової цінності дисертаційної роботи. Роботу виконано за актуальною темою. Отримано нові наукові і

практичні результати, які вирішують важливу науково-технічну задачу підвищення імовірності правильного розпізнавання користувачів інформаційних систем за рахунок розробки нових методів автентифікації користувачів, які використовують для розпізнавання біометричні характеристики користувача, застосовуючи нейронні мережі для ідентифікації його біометричного образу. Результати роботи, які знайшли впровадження на підприємствах та в вищому навчальному закладі, безумовно мають наукове і практичне значення. Дисертаційна робота Висоцької О.О. є завершеною науковою працею. Автореферат та опубліковані роботи в повній мірі відображають отримані результати та зміст дисертації, яка відповідає паспорту спеціальності 05.13.21 – “Системи захисту інформації” (в першу чергу п. 1).

Дисертація відповідає вимогам “Порядку присудження наукових ступенів”, затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 24 липня 2013 р. №567 (із змінами, внесеними згідно з Постановами Кабінету Міністрів України №656 від 19.08.2015 р., №1159 від 30.12.2015 р., №567 від 27.07.2016 р.), які ставляться ВАК України до кандидатських дисертацій, а її автор заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук з спеціальності 05.13.21 – “Системи захисту інформації”.

Офіційний опонент

доктор технічних наук, професор

професор кафедри системного програмування

і спеціалізованих комп’ютерних систем

Національного технічного університету України

«Київський політехнічний інститут

імені Ігоря Сікорського»

*Учений секретар А.А. Мельничук*

