



**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Проректор з навчальної роботи  
Національного технічного  
університету України  
"Київський політехнічний інститут  
імені Ігоря Сікорського"  
к.філос.н., проф.

Анатолій МЕЛЬНИЧЕНКО

"4" квітня 2024 р.

### **ВИТЯГ**

з протоколу № 11 від 04 квітня 2024 р. розширеного засідання  
кафедри штучного інтелекту Навчально-наукового інституту прикладного  
системного аналізу Національного технічного університету України  
"Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

#### **БУЛИ ПРИСУТНІ:**

- з кафедри математичних методів системного аналізу: професор кафедри д.т.н., професор Бідюк П.І., професор кафедри д.т.н., професор Зайченко О.Ю., професор кафедри д. ф.-м. н., директор НН ІПСА, завідувач Науково-дослідного відділу системної математики НН ІПСА Касьянов П.О., провідний фахівець навчально-організаційного відділу Рожок О.М., к.е.н., доцент, вчений секретар кафедри Просянкін-Жарова Т.І.;
- з кафедри штучного інтелекту: професор кафедри, д.т.н., професор Данилов В.Я., в.о. зав. каф. Штучного інтелекту, доцент кафедри, к.т.н. доцент Джигирей І.М., асистент Кухарев С.О., доцент кафедри, к.т.н., доцент Комариста Б.М., доцент кафедри, к.т.н., доцент Бендюг В.І., професор кафедри, д.т.н., професор Чумаченко О.І., професор кафедри, д.т.н., професор Синеглазов В.М., доцент кафедри, к.т.н., доцент Пишнограєв І.О., старший викладач, к.т.н. Шаповал Н.В., професор кафедри, д.т.н., професор Купенко О.П., доктор філософії, доцент Гуськова В.Г., директор СЦД, доцент кафедри, к.т.н., доцент Єфремов К.В., доцент кафедри, к.т.н., доцент Жиров О.Л., доцент кафедри, к.ф.-м.н., доцент Стулей В.А., доцент кафедри, к.ф.-м.н., доцент Тимошенко Ю.О., доцент кафедри, к.т.н., доцент Коваленко А.Є., асистент Кот А.Т.;
- з кафедри системного проектування: завідувач кафедри, д.т.н., професор Мухін В. Є., доцент кафедри к.т.н., доцент Кисельов Г.Д.

## **БУЛИ ЗАПРОШЕНІ:**

- д.т.н., професор, гарант освітньо-наукової програми докторів філософії, завідувач кафедри цифрових технологій в енергетиці НН ІАТЕ НТУУ “КПІ ім. І. Сікорського” Аушева Н.М.;
- д.т.н., професор, завідувач кафедри інформатики та комп’ютерних наук Херсонського національного технічного університету, Заслужений діяч науки і техніки України Литвиненко В.І.;
- д.т.н., професор, професор кафедри комп’ютерних інтелектуальних технологій та систем Харківського національного університету радіоелектроніки Корабльов М.М.;
- к.т.н., доцент, доцент кафедри біомедичної кібернетики НТУУ “КПІ ім. І. Сікорського” Павлов В.А.

## **СЛУХАЛИ:**

1. Повідомлення здобувача асистента кафедри штучного інтелекту Гаврилович Марії Павлівни за матеріалами дисертаційної роботи “Верифікація користувача методами глибокого навчання на основі поведінкових та біометричних характеристик”, поданої на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань 12 Інформаційні технології за спеціальністю 122 Комп’ютерні науки.

Освітньо-наукова програма Комп’ютерні науки.

Тему дисертаційної роботи “Верифікація користувача методами глибокого навчання на основі поведінкових та біометричних характеристик” затверджено на засіданні Вченої ради Навчально-наукового інституту прикладного системного аналізу (протокол №9 від 30 жовтня 2023 року).

Науковим керівником затверджений доктор технічних наук, професор Данилов В.Я.

### **2. Запитання до здобувача.**

Запитання по темі дисертації ставили:

- д.т.н., доцент Зайченко О. Ю.
- д.т.н., професор Корабльов М.М.
- д.т.н., професор Литвиненко В.І.
- к.т.н., доцент Павлов В.А.
- д.т.н., професор Мухін В. Є.

### **3. Виступи за обговореною роботою.**

В обговоренні дисертації взяли участь:

- д.т.н., професор Данилов В. Я.
- д.т.н., доцент Зайченко О. Ю.
- д.ф.-м.н., професор Касьянов П.О.
- д.т.н., професор Корабльов М.М.
- д.т.н., професор Литвиненко В.І.
- к.т.н., доцент Павлов В.А.
- д.т.н., професор Синєглазов В.М.

## **УХВАЛИЛИ:**

**ПРИЙНЯТИ** такий висновок про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів дисертаційного дослідження:

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

У дисертаційній роботі розглянуто питання побудови систем верифікації користувача на основі біометричних та поведінкових даних з допомогою нейронних мереж глибокого навчання. Потреба у надійних та високоефективних системах верифікації є надзвичайно актуальною у сфері безпеки, кібербезпеки, захисті персональних даних, медицини та ризик-менеджменті. Традиційні методи верифікації, такі як паролі, карти доступу чи пін-коди і т.п. несуть великі ризики в разі їх втрати або компрометації, тому є потреба у побудові більш стійких систем безпеки та автентифікації. Біометричні дані є унікальними для кожного індивідуума, тому на їх основі можливо побудувати набагато надійніші системи верифікації. Неперервні біометричні та поведінкові сигнали, наприклад покази давачів руху (покази акселерометра, магнетометра, гіроскопа і т.п.), дають змогу реалізувати системи неперервної та неявної автентифікації. Оскільки біометричні сигнали є дуже складними по своїй природі, тому для розробки високоточної системи верифікації необхідна побудова нових потужних моделей, які мають високу предиктивну силу та можуть знаходити глибокі закономірності в даних з комплексною та глибокою структурою.

На даний час існуючі системи верифікації все ще потребують вирішення задач підвищення точності та надійності. Тому постає задача в виявленні глибоких властивостей в даних (зокрема фрактальних), та в подальшому розвитку методології створення нових систем верифікації.

У роботі представлено виконане здобувачкою дослідження по розробці нових архітектур гібридних нейронних мереж глибокого навчання та побудова на їх основі нових систем верифікації користувача. Досліджено вплив величини фрактальної розмірності на ефективність систем верифікації на основі нейронних мереж глибокого навчання. Також, проведено глибокий аналіз впливів різноманітних компонентів векторних біометричних сигналів на підвищення точності та надійності нових систем верифікації.

### **2. Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами**

Робота виконувалась на кафедрі штучного інтелекту Навчально-наукового інституту прикладного системного аналізу Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» як ініціативні дослідження, які впроваджувалися в навчальний процес.

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

У дисертації вперше одержані такі нові наукові результати:

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.

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

Теоретичне значення отриманих результатів полягає у вдосконаленні та подальшому розвитку методології побудови систем верифікації на базі нейронних мереж глибокого навчання. Створені та побудовані гібридні нейронні мережі дозволяють суттєво підвищити ефективність роботи систем біометричної верифікації, за рахунок поєднання переваг компонентів різних архітектур в одній нейронній мережі. На основі нових розроблених архітектур нейронних мереж виявлено та кількісно оцінено вплив величин фрактальних розмірностей на метрики якості систем верифікації.

Практична цінність дисертаційної роботи:

1. розроблена оригінальна СППР неперервної біометричної верифікації користувача на основі нових гібридних архітектур нейронних мереж з використанням величин фрактальних розмірностей;

2. впроваджено в навчальний процес розроблені архітектури та уточнену методологію у вигляді відповідного силабусу, лекційного матеріалу та навчального посібника-практикума.

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

Матеріали дисертації пройшли обговорення:

1. Гаврилович М.П., Данилов В.Я., Гожий О.П. Comparative analysis of using recurrent autoencoders for user biometric verification with wearable accelerometer. «Інформаційні управляючі системи і технології» (ІУСТ ОДЕСА-2020): матеріали ІХ Міжнародної науково-практичної конференції (24–26 верес. 2020 р., м. Одеса) / відп. ред. В. В. Вичужанін; Одес. нац. політех. ун-т. — Одеса: Екологія, 2020. — С.242-243.

2. Havrylovych M., Kuznietsova N. Survival Analysis Methods For Churn Prevention in Telecommunications Industry. Інформаційні технології та безпека. Матеріали ХІХ Міжнародної науково-практичної конференції ІТБ-2019 (Київ, 28.11.2019), вип. 19. Київ: ООО «Інжиніринг», 2019. —С. 66-75.

#### **6. Дотримання принципів академічної доброчесності**

За результатами науково-технічної експертизи дисертація Гаврилович М.П. визнана оригінальною роботою, яка не містить елементів фальсифікації, компіляції, фабрикації, плагіату та запозичень.

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

За результатами досліджень опубліковано 7 наукових публікацій, у тому числі:

- 1 стаття у наукових фахових виданнях України за спеціальністю 122 Комп'ютерні науки;
- 2 статті у періодичному науковому виданні проіндексованому у базі Scopus;
- 2 статті по результатам конференції проіндексовані у базі Scopus;
- 2 тез виступів на наукових конференціях.

1. Гаврилович М., Данилов В. “Дослідження впливу фрактальної розмірності Хігучі в задачі біометричної верифікації користувача”, Вісник вінницького політехнічного інституту. - 2024 - №1. – С. 121-127. Категорія «Б».

Здобувачкою проведені дослідження про вплив фрактальної розмірності на ефективність роботи системи біометричної верифікації користувача на базі автокодувальників.

2. Navrylovych M. P., Danylov V. Y. Research if autoencoder-based user biometric verification with motion patterns. *System Research and Information Technologies*. - 2022. - vol. 2022, no. 2. - pp. 128–136. doi: 10.20535/SRIT.2308-8893.2022.2.10. Scopus.

Здобувачкою проведено аналіз впливу різноманітних компонентів біометричного сигналу на систему верифікації на основі автокодувальників.

3. Navrylovych M. P., Danylov V. Y. Research on hybrid transformer-based autoencoders for user biometric verification. *System research and information technologies*. - Sep. 2023. - no. 3. - pp. 42–53. doi: 10.20535/SRIT.2308-8893.2023.3.03. Scopus.

Здобувачкою розроблено та запропоновано нові гібридні архітектури автокодувальників на базі трансформера для вирішення задачі верифікації.

4. Navrylovych, M. P., Kuznietsova N. V. Survival analysis methods for churn prevention in telecommunications industry. Selected Papers of the XIX International Scientific and Practical Conference “Information Technologies and Security” (ITS 2019), CEUR Workshop Proceedings. - 2020. - vol. 2577. - С. 47–58.

Здобувачкою проведено дослідження про застосування статистичних методів, а саме аналізу виживання для диференціації поведінки та характеристик користувачів і можливості передбачення суб'єкта з “несприятливою” поведінкою.

5. M. Navrylovych, V. Danylov, A. Gozhyj. Comparative analysis of using recurrent autoencoders for user biometric verification with wearable accelerometer, Proceedings of the 9th International Conference “Information Control Systems & Technologies”, CEUR Workshop Proceedings. - Sept. 2020. - vol. 2711. - pp. 358–370.

Здобувачкою проведено порівняльний аналіз різних типів нейронних мереж глибокого навчання, зокрема автокодувальників з класичними методами машинного навчання для задачі верифікації користувача на базі патернів руху.

6. Navrylovych M., Kuznietsova N. Survival Analysis Methods For Churn Prevention in Telecommunications Industry. Інформаційні технології та безпека. Матеріали XIX Міжнародної науково-практичної конференції ІТБ-2019 (Київ, 28.11.2019), вип. 19. Київ: ООО «Інжиніринг», 2019. —С. 66-75.

Здобувачкою представлено тези дослідження про застосування статистичних методів аналізу виживання для диференціації поведінки та характеристик користувачів і можливості передбачення суб'єкта з “несприятливою” поведінкою.

7. M. Navrylovych, V. Danylov, A. Gozhyj. Comparative analysis of using recurrent autoencoders for user biometric verification with wearable accelerometer. «Інформаційні управляючі системи і технології» (ІУСТ ОДЕСА-2020): матеріали ІХ Міжнародної науково-практичної конференції (24–26 верес. 2020 р., м. Одеса) / відп. ред. В. В. Вичужанін ; Одес. нац. політех. ун-т. — Одеса: Екологія, 2020. — С.242-243.

Здобувачкою представлено тези дослідження порівняльного аналізу різних типів нейронних мереж глибокого навчання, зокрема автокодувальників з класичними методами машинного навчання для задачі верифікації користувача на базі патернів руху.

Якість та кількість публікацій відповідають “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”.

**ВВАЖАТИ**, що дисертаційна робота Гаврилович Марії Павлівни «Верифікація користувача методами глибокого навчання на основі поведінкових та біометричних характеристик», що подана на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань 12 Інформаційні технології за спеціальністю 122 Комп'ютерні науки за своїм науковим рівнем, новизною отриманих результатів, теоретичною та практичною цінністю, змістом та оформленням повністю відповідає вимогам, що пред'являють до дисертацій на здобуття ступеня доктора філософії та відповідає напрямку наукового дослідження освітньо-наукової програми КПП ім. Ігоря Сікорського Комп'ютерні науки зі спеціальності 122 Комп'ютерні науки.

#### **РЕКОМЕНДУВАТИ:**

1. Дисертаційну роботу “Верифікація користувача методами глибокого навчання на основі поведінкових та біометричних характеристик”, подану Гаврилович Марією Павлівною на здобуття наукового ступеня доктора філософії, до захисту у разовій спеціалізованій вченій раді.

2. Вченій раді КПП ім. Ігоря Сікорського створити разову спеціалізовану вчену раду у складі:

Голова:

доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри цифрових технологій в енергетиці НН ІАТЕ КПП ім. Ігоря Сікорського Аушева Наталія Миколаївна;

Члени:

Рецензенти:

доктор технічних наук, доцент, професор кафедри математичних методів системного аналізу КПП ім. Ігоря Сікорського Зайченко Олена Юріївна;

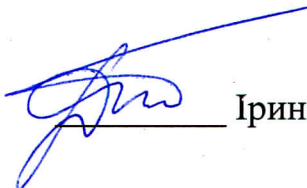
доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри системного проектування  
КПІ ім. Ігоря Сікорського Мухін Вадим Євгенович.

Опоненти:

доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри інформатики та  
комп'ютерних наук Херсонського національного технічного університету,  
Заслужений діяч науки і техніки України Литвиненко Володимир Іванович;

доктор технічних наук, професор, професор кафедри комп'ютерних  
інтелектуальних технологій та систем Харківського національного  
університету радіоелектроніки Корабльов Микола Михайлович.

Головуюча на засіданні  
к.т.н., доцент, в.о. завідувач кафедри  
штучного інтелекту

 Ірина ДЖИГИРЕЙ

Гарант освітньо-наукової програми  
докторів філософії  
д.т.н., професор, завідувач кафедри  
цифрових технологій в енергетиці НН ІАТЕ

 Наталія АУШЕВА

Вчений секретар кафедри  
штучного інтелекту  
к.т.н., доцент

 Богдана КОМАРИСТА