



**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Проректор з наукової роботи  
Національного університету  
«Львівська політехніка»  
д.т.н. І.В. Демидов  
«30» червня 2021 р.

**В И Т Я Г**

**з протоколу № 23 фахового семінару  
кафедри інформаційних систем та мереж  
Національного університету «Львівська політехніка»  
від «30» червня 2021 р.**

**1. ПРИСУТНІ:** 29 із 37 науково-педагогічних працівників кафедри інформаційних систем та мереж, а саме:

1. Литвин Василь Володимирович, завідувач кафедри, д.т.н., професор;
2. Берко Андрій Юліанович, професор, д.т.н., професор;
3. Буров Євген Вікторович, професор, д.т.н., професор;
4. Демків Любомир Ігорович, професор, д.т.н., професор;
5. Кунанець Наталія Едуардівна, професор, д.соц.ком., професор;
6. Пелешак Роман Михайлович, професор, д.ф.-м.н., професор
7. Пасічник Володимир Володимирович, професор, д.т.н., професор;
8. Басюк Тарас Михайлович, доцент, к.т.н., доцент;
9. Василюк Андрій Степанович, доцент, к.т.н., доцент;
10. Висоцька Вікторія Анатоліївна, доцент, к.т.н., доцент;
11. Верес Олег Михайлович, доцент, к.т.н., доцент;
12. Григорович Віктор Геннадійович, доцент, к.ф.-м.н., доцент;
13. Досин Дмитро Григорович, доцент, к.т.н., с.н.с.;
14. Тумашова Ольга Володимирівна, доцент, к.ф.-м.н., доцент;
15. Кісь Ярослав Петрович, доцент, к.т.н., доцент;
16. Кравець Петро Олексійович, доцент, к.т.н., доцент;
17. Лозицький Олександр Анатолійович, доцент, к.т.н., доцент;
18. Проданюк Микола Михайлович, доцент, к.т.н., доцент;
19. Щербак Сергій Сергійович, доцент, к.т.н., доцент;
20. Юринець Ростислав Володимирович, доцент, к.ф.-м.н., доцент;
21. Шестакевич Тетяна Валеріївна, доцент, к.т.н., доцент;
22. Худий Андрій Михайлович, доцент, к.т.н., доцент;
23. Рішняк Ігор Васильович, ст. викладач;
24. Ришковець Юрій Вслодимирович, ст. викладач, к.т.н.;
25. Заяць Марія Михайлівна, ст. викладач;
26. Андруник Василь Адамович, ст. викладач;
27. Нич Лілія Ярославівна, асистент;
28. Марків Оксана Олександрівна, асистент, к.т.н.;
29. Микіч Христина Ігорівна, асистент, к.т.н.

На фаховий семінар запрошені:

30. Теслюк Василь Миколайович, виконувач обов'язків завідувача кафедри автоматизованих систем управління Національного університету «Львівська політехніка», д.т.н., професор;
31. Назаркевич Марія Андріївна, професор кафедри інформаційних технологій видавничої справи Національного університету «Львівська політехніка», д.т.н., професор.

На фаховому семінарі присутні аспіранти кафедри:

32. Бігун Роман Романович;
33. Дубас Юрій Віталійович;
34. Пукач Юлія Іванівна;
35. Карпов Ігор Андрійович;
36. Здебський Петро Васильович;
37. Пришляк Андрій Андрійович;
38. Івантишин Данило-Назар Олегович;
39. Паньків Юрій Васильович;
40. Прищепа Ганна Олександрівна.

З присутніх – 7 докторів наук та 15 кандидатів наук – фахівці за профілем представленої дисертації.

Головуючий на засіданні – Берко Андрій Юліанович, професор кафедри інформаційних систем та мереж, д.т.н., професор.

**2.СЛУХАЛИ:** Доповідь аспіранта кафедри інформаційних систем та мереж Пелещака Івана Романовича за матеріалами дисертації: «Система розпізнавання мультиспектральних образів на основі осциляторних нейронних мереж», представленої на здобуття вищої освіти ступеня доктора філософії за спеціальністю 124 Системний аналіз (галузь знань 12 Інформаційні технології).

Науковий керівник – Литвин Василь Володимирович, завідувач кафедри інформаційних систем та мереж, д.т.н., професор.

Тему дисертації затверджено 30 жовтня 2018 р. на засіданні Вченої ради Навчально-наукового інституту комп'ютерних наук та інформаційних технологій Національного університету «Львівська політехніка», протокол № 4-18/19, та уточнено 30 березня 2021 р. на засіданні вченої ради Навчально-наукового інституту комп'ютерних наук та інформаційних технологій Національного університету «Львівська політехніка», протокол № 10-2020/2021.

Робота виконана на кафедрі інформаційних систем та мереж Національного університету «Львівська політехніка».

По доповіді було задано 5 запитань, на які доповідач дав правильні та ґрунтовні відповіді. Питання задавали:

- доцент кафедри інформаційних систем та мереж Національного університету «Львівська політехніка», к.т.н., доцент Проданюк Микола Михайлович;
- професор кафедри інформаційних систем та мереж Національного університету «Львівська політехніка», д.т.н., професор Берко Андрій Юліанович;
- виконувач обов'язків завідувача кафедри автоматизованих систем управління Національного університету «Львівська політехніка», д.т.н., професор Теслюк Василь Миколайович;
- професор кафедри інформаційних технологій видавничої справи Національного університету «Львівська політехніка», д.т.н., професор Назаркевич Марія Андріївна.

### **3. Виступи присутніх**

З оцінкою дисертації Пелешака І. Р. виступили рецензенти:

виконувач обов'язків завідувача кафедри автоматизованих систем управління Національного університету «Львівська політехніка», д.т.н., професор Теслюк Василь Миколайович;

професор кафедри інформаційних технологій видавничої справи Національного університету «Львівська політехніка», д.т.н., професор Назаркевич Марія Андріївна,

які зазначили:

– теоретико-методологічну обґрунтованість актуальності теми дисертаційного дослідження в контексті розробки нових нейромережевих методів для розв'язування задач Data Mining та розробки нелінійної моделі оптимізації структури багатошарової нейронної мережі на основі мінімізації нелінійної узагальненої похибки;

– загальний логічний план та процедуру дослідження, доцільність інструментарію збору, обробки та порівняльного аналізу інформації для розроблення нових методів з метою забезпечення зменшення обчислювального ресурсу і часу налаштування вагових коефіцієнтів синаптичних зв'язків під час навчання нейронної мережі та оптимізацію способу розв'язку системи диференціальних рівнянь для опису нейронних мереж з нелінійними осциляторними нейронами.

Рецензентами було відзначено особистий внесок здобувача, який полягає у розробці:

– методу стиску вхідних образів без втрат інформації на основі діагоналізації матриці вагових синаптичних зв'язків для зменшення часу навчання штучної нейронної мережі;

– методу розпізнавання мультиспектральних образів осциляторною нейронною мережею на основі інформаційного резонансу;

– методу шифрування інформації ланцюговою, кільцевою нейромережами нелінійних осциляторних нейронів та на основі синтезу діагоналізованої нейронної мережі й алгоритму AES.

Рецензенти підкреслили:

– важливість та практичне значення побудови математичної моделі динамічної нейронної мережі з лінійними та нелінійними осциляторними нейронами;

– визначення критеріїв виникнення інформаційного резонансу на основі аналізу трансформації осциляторною нейронною мережею морфології нестационарних вхідних образів;

– важливість розробки нелінійної моделі оптимізації структури багатосарової нейронної мережі на основі мінімізації нелінійної узагальненої похибки, яка базується на принципі мінімальної довжини опису;

– публікацію результатів дослідження в 1 монографії (зарубіжне наукове видання), 2 статтях у наукових фахових виданнях України, що входять до міжнародних наукометричних баз (з них 1 індексується у базі Scopus, 1 у базі Web of Science), 1 статті у науковому фаховому виданні України, 5 статтях у наукових періодичних виданнях інших держав, що входять до наукометричної бази Scopus, 1 статті у науковому періодичному виданні іншої держави, 5 матеріалах міжнародних наукових та науково-практичних конференції, які індексуються у базі Scopus, 1 патенті на корисну модель, 5 наукових працях, які додатково відображають наукові результати дисертації.

*Загальна характеристика дисертації – позитивна.*

З оцінкою дисертації також виступили присутні на фаховому семінарі кафедри інформаційних систем та мереж:

- доцент кафедри інформаційних систем та мереж Національного університету «Львівська політехніка», к.т.н., доцент Верес Олег Михайлович;
- професор кафедри інформаційних систем та мереж Національного університету «Львівська політехніка», д.т.н., професор Берко Андрій Юліанович;
- доцент кафедри інформаційних систем та мереж Національного університету «Львівська політехніка», к.т.н., доцент Проданюк Микола Михайлович,

які зазначили актуальність теми дослідження, наукову новизну і практичне значення основних результатів та висновків дисертації, особистий внесок здобувача, практичне застосування та впровадження результатів.

*Загальна характеристика дисертації – позитивна.*

Зауваження:

1. Обширний обсяг першого розділу дисертації.

З характеристикою наукової зрілості здобувача виступив науковий керівник доктор технічних наук, професор Литвин В. В., який відзначив здатність Пелещака І. Р. з нових дослідницьких позицій формулювати робочі гіпотези досліджуваної проблеми, що розширюють і поглиблюють стан наукових досліджень в обраній сфері, загальну методологічну базу власного наукового дослідження та його значення для розвитку галузі знань 12 *Інформаційні технології*. Здобувач володіє аналітичним мисленням та креативним підходом щодо оцінювання та вибору сучасних інструментальних і обчислювальних засобів, технологій, алгоритмічних і програмних рішень для

конкретної задачі зі спеціальності *Системний аналіз*. Здобувач продемонстрував якісний рівень спілкування в діалоговому режимі з широкою науковою спільнотою у сфері наукової та професійної діяльності, а також уміння працювати зі студентською аудиторією в галузі системного аналізу та організовувати навчальний процес.

**4. Заслухавши та обговоривши доповідь Пелешака Івана Романовича, здобувача вищої освіти ступеня доктора філософії, а також за результатами попередньої експертизи представленої дисертації на фаховому семінарі кафедри інформаційних систем та мереж, прийнято такі висновки щодо дисертації «Система розпізнавання мультиспектральних образів на основі осциляторних нейронних мереж»:**

#### **Висновок**

**фахового семінару кафедри інформаційних систем та мереж  
про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів  
дисертації**

**«Система розпізнавання мультиспектральних образів на основі  
осциляторних нейронних мереж»**

**здобувача вищої освіти ступеня доктора філософії за спеціальністю  
124 «Системний аналіз»**

**(галузь знань 12 Інформаційні технології)**

#### **4.1. Актуальність теми дисертації**

Зростання обсягу даних у процесі розв'язку задач Data Mining (ідентифікація нестаціонарних хаотичних процесів, кластеризація, захист комп'ютерних систем, інтелектуальне керування, діагностика станів біосистем, прогнозування, емуляція, розпізнавання супутникової інформації, розпізнавання та шифрування мультиспектральних вхідних образів) вимагає розробки нових нейромережових методів, які забезпечать: розпізнавання мультиспектральних образів з амплітудою сигналу, співмірною рівню шуму; збільшення коефіцієнту стиску інформації нейронною мережею; зменшення використовуваного обчислювального ресурсу і часу налаштування вагових коефіцієнтів синаптичних зв'язків нейронної мережі; оптимізацію структури багатосарової нейронної мережі; підвищення ступеня криптостійкості нейромереж.

У розвиток теорії осциляторних мереж вагомий внесок зробила група учених (Я. Казакевич, Р. Борисюк, Є. Тіхонов, Й. Курамото), які зосередились саме на біологічно правдоподібному моделюванні роботи та еволюції нейронних мереж на основі моделі нейрона Ходжкіна-Хакслі, спрощеною версією якої є осциляторний нейрон Фітц Х'ю-Нагумо. Було побудовано модель зорової кори головного мозку, яка дозволила сегментувати прості зображення, використовуючи осцилятори Ван дер Поля, і була призначена для розв'язування вже практичної задачі – сегментації зображень. Проте, на базі цих моделей осциляторних нейронів не розглядався підхід щодо розпізнавання мультиспектральних образів (мультиспектральних електромагнітних сигналів), що випромінюють динамічні об'єкти. Подальший розвиток лінійної та нелінійної моделей нейронних мереж з осциляторними нейронами, які мають

власні частоти, пов'язаний з ефектом інформаційного резонансу щодо задач розпізнавання мультиспектральних образів.

Існуючі способи стиску інформації за допомогою нейронної мережі (багатошаровий перцептрон з топологією у вигляді «пляшкового горла», мережа Хопфілда, мережа Кохонена, дискретно-косинусне перетворення, вейвлетна компресія) мають низку обмежень. Зокрема: втрата частини інформації через зменшення кількості нейронів у прихованих шарах; відносно невеликий об'єм пам'яті; низька ефективність при стиску незначного обсягу даних. Усунути такі обмеження можна за допомогою діагоналізації матриці синаптичних зв'язків у базисі вхідних образів. Внаслідок діагоналізації матриці синаптичних зв'язків нейронної мережі також можна зменшити використовуваний обчислювальний ресурс та час налаштування вагових коефіцієнтів синаптичних зв'язків нейронної мережі.

Існуючі технології штучних нейронних мереж є ефективним методом криптографічного захисту інформації, проте ключ шифрування (синаптичні зв'язки) не змінюється для різних за природою вхідних образів, а швидкість шифрування інформації достатньо низька. Для підвищення ступеня криптостійкості алгоритму порівняно з існуючими алгоритмами шифрування доцільно розробити постійно змінний ключ. Система шифрування інформації на основі синтезу діагоналізованої нейронної мережі та алгоритму AES (Advanced Encryption Standard (Rijndael)) забезпечить формування індивідуального ключа для кожного нового вхідного образу.

Проаналізовані вище проблеми свідчать про теоретичну і практичну актуальність досліджуваної тематики та про необхідність розробки системи розпізнавання мультиспектральних образів на основі осциляторних нейронних мереж.

#### **4.2. Зв'язок теми дисертації з державними програмами, науковими напрямами університету та кафедри**

Тема дисертації відповідає науковому напрямку кафедри інформаційних систем та мереж Національного університету «Львівська політехніка»: «Дослідження, розроблення і впровадження інтелектуальних розподілених інформаційних технологій та систем на основі ресурсів баз даних, сховищ даних, просторів даних та знань з метою прискорення процесів формування сучасного інформаційного суспільства».

Дисертаційне дослідження виконане в межах держбюджетних науково-дослідних робіт:

- «Методи та засоби функціонування систем підтримки прийняття рішень на основі онтологій» 0118U000269 (2018–2019 рр.) науковий керівник д. т. н., професор Литвин В. В.,
- «Система підтримки прийняття рішень розпізнавання мультиспектральних образів на основі технологій машинного навчання та онтологічного підходу» 0120U102203 (2020–2021 рр.) науковий керівник д. т. н., професор Литвин В. В.

#### **4.3. Особистий внесок здобувача в отриманні наукових результатів**

Дисертація є самостійною науковою працею, у якій автором особисто розроблено нові наукові ідеї та результати, що дозволи вирішити наукове

завдання розробки системи розпізнавання мультиспектральних образів на основі осциляторних нейронних мереж. Робота містить прикладні положення та висновки, сформульовані дисертантом особисто. Ідеї, положення чи гіпотези інших авторів, які наявні в дисертації, мають відповідні посилання і використані лише для підсилення ідей та результатів здобувача.

**4.4. Достовірність та обґрунтованість отриманих результатів та запропонованих автором рішень, висновків, рекомендацій** підтверджується використанням наукової термінології та законів обґрунтованих наукових теорій, а також застосуванням головних методів системного аналізу: побудова моделі системи розпізнавання та шифрування мультиспектральних образів на основі нейронних мереж з лінійними та нелінійними осциляторними нейронами та аналіз цієї моделі нейронної системи у ході декомпозиції, аналізу, синтезу та концептуального моделювання. У процесі декомпозиції вирішуваної проблеми сформульовано завдання розробки методу стиску на основі діагоналізації матриці вагових синаптичних зв'язків штучної нейронної мережі, методу розпізнавання мультиспектральних образів осциляторною нейромережею на основі інформаційного резонансу та методу шифрування інформації з постійно змінним асиметричним ключем для кожного нового вхідного образу, який базується на синтезі діагоналізованої нейромережі та алгоритму AES і на синтезі нелінійних осциляторних нейронів з топологією ланцюжка і кільця. У процесі аналізу нейронної системи з лінійними та нелінійними осциляторними нейронами визначено її архітектуру, властивості, переваги та недоліки. Розроблено алгоритм перетворення вхідних мультиспектральних образів нейромережею з лінійними та нелінійними осциляторними нейронами за допомогою системи лінійних та нелінійних осциляторних рівнянь. У процесі синтезу нейронної системи побудовано архітектуру тришарової нейронної мережі з осциляторними нейронами з сигмоїдною функцією активації у прихованому шарі та стрибкоподібної функції активації у вихідному шарі. У межах евклідової метрики сформульовано критерій виникнення інформаційного резонансу в осциляторній нейронній мережі. У ході концептуального моделювання розроблено математичні моделі тришарової нейромережі з лінійними та нелінійними осциляторними нейронами та осциляторної нейромережі з топологією ланцюжка і кільця; у межах нелінійної узагальненої похибки розроблено модель оптимізації розміру (число нейронів, число синаптичних зв'язків) багатошарової нейромережі; на мові PYTHON розроблена програмна реалізація розпізнавання мультиспектральних образів за допомогою тришарової осциляторної нейронної мережі та проведено чисельний розрахунок параметра складності (кількість операцій, виконаних нейромережею за 1с.) навчання тришарової нейронної мережі та її оптимального розміру. При формулюванні висновків враховувалися результати найсучасніших суміжних досліджень, які представлені у відкритій базі цифрової ідентифікації DOI.

**4.5. Ступінь новизни основних результатів дисертації порівняно з відомими дослідженнями аналогічного характеру**

Новизну основних результатів сформульовано внаслідок теоретико-практичного підходу до розроблення системи розпізнавання і шифрування мультиспектральних образів на основі осциляторних нейронних мереж.

**Вперше розроблено** метод стиску вхідних образів на основі діагоналізації матриці вагових синаптичних зв'язків нейронної мережі, який, на відміну від методів стиску інформації повнозв'язною нейронною мережею, дав змогу зменшити час налаштування синаптичних зв'язків у процесі навчання нейронної мережі та збільшити коефіцієнт стиску вхідних образів.

**Вперше розроблено** метод розпізнавання мультиспектральних образів на основі інформаційного резонансу, який, на відміну від методу, що використовує осциляторні нейронні мережі, які не мають власних частот коливань, дає змогу розпізнавати сигнали з амплітудою співмірною рівню шуму.

**Удосконалено** метод шифрування інформації ланцюговою, кільцевою нейромережами з нелінійними осциляторними нейронами та на основі синтезу діагоналізованої нейронної мережі й алгоритму AES, який, на відміну від методу, що застосовує недіагоналізовану нейронну мережу, дає змогу використовувати постійно змінний асиметричний ключ нейромережі для кожного окремого вхідного образу.

**Розвинуто** нелінійну модель оптимізації структури багат шарової нейронної мережі прямого поширення з мінімальною похибкою узагальнення, яка, на відміну від лінійної, дає змогу зменшити похибку визначення оптимального числа синаптичних зв'язків і оптимального числа нейронів у прихованому шарі на 20% у випадку, коли число синаптичних зв'язків є не більшим числа навчальних прикладів.

#### **4.6. Перелік наукових праць, які відображають основні результати дисертації**

Особистий внесок автора у колективно опублікованих працях полягає у формуванні та розробці фундаментальних ідей та головних результатів. Основні положення та результати дисертаційної роботи у повному обсязі опубліковано у таких виданнях:

*Статті у наукових фахових виданнях України, які входять до міжнародних наукометричних баз:*

1. Пелещак Р. М., Литвин В. В., **Пелещак І. Р.** Динаміка нелінійного осциляторного нейрона при дії зовнішнього нестационарного сигналу. *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. 2017. №4. С. 97–105. *Особистий внесок здобувача: запропоновано нелінійну математичну модель динаміки осциляторного нейрона з урахуванням його порогового ефекту при дії на нейрон зовнішніх нестационарних сигналів.*
2. Peleshchak R., Lytvyn V., **Peleshchak I.**, Doroshenko M., Olyvko R. Hechth–Nielsen theorem for a modified neural network with diagonal synaptic connections. *Mathematical Modeling and Computing*, 2019. Vol. 6(1). P. 101–108. *Особистий внесок здобувача: доведено модифіковану теорему Хехт-Нільсена для тришарової нейронної мережі з архітектурою, яка має тільки діагональні синаптичні зв'язки між нейронами, що дає змогу апроксимувати функцію від  $n$  змінних, з заданою точністю  $\varepsilon > 0$ , за допомогою однієї операції агрегування.*

*Статті у наукових фахових виданнях України:*

3. Пелещак Р. М., Литвин В. В., **Пелещак І. Р.**, Висоцька В. А. Розробка штучної нейронної мережі з осциляторними нейронами для розпізнавання спектральних образів. *Вісник Національного університету «Львівська*



політехніка». *Інформаційні системи та мережі*, 2020. Vol. 7. P. 16–23. *Особистий внесок здобувача: запропоновано новий тип штучної нейронної мережі з осциляторними нейронами, що дає змогу розпізнавати сигнали з амплітудою співмірною рівню шуму внаслідок інформаційного резонансу.*

*Статті у наукових періодичних виданнях інших держав:*

4. Peleshchak R., Lytvyn V., Bihun O., **Peleshchak I.** Structural transformations of incoming signal by a single nonlinear oscillatory neuron or by an artificial nonlinear neural network. *International Journal of Intelligent Systems and Applications (IJISA)*, 2019. Vol. 11(8). P. 1–10. *Особистий внесок здобувача: запропоновано метод кодування інформації (зміну морфології вхідного сигналу) нелінійним осциляторним нейроном на основі частотної модуляції.*

*Статті у наукових періодичних виданнях інших держав, які входять до міжнародних наукометричних баз:*

5. Vasyl Lytvyn, Victoria Vysotska, **Ivan Peleshchak**, Ihor Rishnyak, Roman Peleshchak. Time Dependence of the Output Signal Morphology for Nonlinear Oscillator Neuron Based on Van der Pol Model. *International Journal of Intelligent Systems and Applications (IJISA)*, 2018. Vol. 10(4). P. 8–17. *Особистий внесок здобувача: запропоновано спосіб розв'язку нелінійного неоднорідного диференційного рівняння другого порядку з квадратичною нелінійністю шуканої функції при першій похідній методом послідовних наближень (у наближенні Крилова-Боголюбова-Митропольського).*
6. Peleshchak R., Lytvyn V., **Peleshchak I.**, Olyvko R., Korniak J. Decision making model based on neural network with diagonalized synaptic connections. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 2019. Vol. 853. P. 321–329. *Особистий внесок здобувача: запропоновано модель прийняття рішень, що базується на архітектурі тришарового перцептрона з діагоналізованими синаптичними зв'язками між нейронами вхідного та прихованого шарів.*
7. Lytvyn V., Vysotska V., Shakhovska N., Mykhailyshyn V., Medykovsky M., **Peleshchak I.**, Fernandes V., Peleshchak R., Shcherbak S. A smart home system development. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 2020. Vol. 1080. P. 804–830. *Особистий внесок здобувача: розроблено програмне забезпечення для роботи системи «розумного» будинку.*
8. Makara S., Chyrun L., Burov Y., Rybchak Z., **Peleshchak I.**, Peleshchak R., Holoshchuk R., Kubinska S., Dmytriv A. An intelligent system for generating end-user symptom recommendations based on machine learning technology. *CEUR Workshop Proceedings*, 2020. Vol. 2604. P. 844–883. *Особистий внесок здобувача: розроблено програмне забезпечення для роботи системи вибору та придбання ліків.*
9. **Ivan Peleshchak**, Roman Peleshchak, Vasyl Lytvyn, Jan Kopka, Mariusz Wrzesien, Janusz Korniak, Janusz Kolbusz, Pawel Rozycki. Spectral Image Recognition Using Artificial Dynamic Neural Network in Information Resonance Mode. *A2IA 2020: International Conference on Artificial Intelligence and Industrial Applications*, 2020. P. 313–322. *Особистий внесок здобувача: розроблено метод розпізнавання мультиспектральних*

образів за допомогою осциляторної нейронної мережі на основі інформаційного резонансу.

Матеріали міжнародних наукових та науково-практичних конференцій, збірники яких входять до міжнародних наукометричних баз:

10. Vasyl Lytvyn, **Ivan Peleshchak**, Roman Peleshchak. The compression of the input images in neural network that using method diagonalization the matrices of synaptic weight connections. *2017 2nd International Conference on Advanced Information and Communication Technologies (AICT)*, 2017. P. 66–70. *Особистий внесок здобувача: розроблено метод стиснення інформації внаслідок діагоналізації матриці вагових синаптичних зв'язків нейромережі.*
11. Vasyl Lytvyn, **Ivan Peleshchak**, Roman Peleshchak. Increase the speed of detection and recognition of computer attacks in combined diagonalized neural networks. *2017 4th International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications. Science and Technology (PIC S&T)*, 2017. P. 152–155. *Особистий внесок здобувача: запропоновано метод підвищення швидкості розпізнавання комп'ютерних атак внаслідок комбінування діагоналізованих нейронних мереж.*
12. Vasyl Lytvyn, **Ivan Peleshchak**, Roman Peleshchak, Roman Holoshchuk. Detection of multispectral input images using nonlinear artificial neural networks. *2018 14th International Conference on Advanced Trends in Radioelectronics, Telecommunications and Computer Engineering (TCSET)*, 2018. P. 119–122. *Особистий внесок здобувача: запропоновано метод розпізнавання мультиспектральних образів за допомогою нейронної мережі з нелінійними осциляторними нейронами на основі інформаційного резонансу.*
13. Lytvyn V., **Peleshchak I.**, Peleshchak R., Kuzyk O. Size optimization of the Multilayer Neural Network in the Framework of the Nonlinear Generalized Error Model. *2019 9th International Conference on Advanced Computer Information Technologies*, 2019. P. 221–225. *Особистий внесок здобувача: запропоновано спосіб оптимізації структури багатошарової нейронної мережі на основі мінімізації нелінійної узагальненої похибки, яка базується на принципі мінімальної довжини опису.*
14. Lytvyn V., **Peleshchak I.**, Peleshchak R., Vysotska V. Information Encryption Based on the Synthesis of a Neural Network and AES Algorithm. *2019 3rd International Conference on Advanced Information and Communications Technologies*, 2019. P. 447–450. *Особистий внесок здобувача: запропоновано систему шифрування інформації на основі синтезу діагоналізованої нейронної мережі та алгоритму AES.*

Колективна монографія:

15. Roman Peleshchak, **Ivan Peleshchak**, Victoria Vysotska. Methods for recognizing multispectral images based on neural networks. *LAP Lambert Academic Publishing*, 2020. 152 p. *Особистий внесок здобувача: запропоновано метод розпізнавання мультиспектральних образів за допомогою осциляторної нейронної мережі на основі інформаційного резонансу.*

Патент на корисну модель:

16. Патент на корисну модель. Пелешак Р. М., Литвин В. В., **Пелешак І. Р.** Спосіб шифрування цифрової інформації на основі синтезу діагоналізованої нейронної мережі та AES. Національний університет «Львівська політехніка». U 2021 01284. № 3320/ЗУ/21. *Особистий внесок здобувача: запропоновано систему шифрування інформації на основі синтезу діагоналізованої нейронної мережі та алгоритму AES.*

*Наукові праці, які додатково відображають наукові результати дисертації:*

17. Zdebskyi P., Vysotska V., Peleshchak R., **Peleshchak I.**, Demchuk A., Krylyshyn M. An application development for recognizing of view in order to control the mouse pointer. *CEUR Workshop Proceedings*, 2019. V. 2386. P. 55–74. *Особистий внесок здобувача: розроблено програмне забезпечення для розпізнавання точки зору користувача з метою управління вказівником миші.*

18. Lytvyn V., Vysotska V., Mykhailyshyn V., **Peleshchak I.**, Peleshchak R., Kohut I. Intelligent system of a smart house. *2019 3rd International Conference on Advanced Information and Communications Technologies*, 2019. P. 282–287. *Особистий внесок здобувача: розроблено програмне забезпечення для роботи системи «розумного» будинку.*

19. Lytvyn V., Vysotska V., **Peleshchak I.**, Basyuk T., Kovalchuk V., Kubinska S., Rusyn B., Pohreliuk L., Chyrun L., Salo T. Identifying Textual Content Based on Thematic Analysis of Similar Texts in Big Data. *IEEE 2019 14th International Scientific and Technical Conference on Computer Sciences and Information Technologies*, 2019. P. 84–91. *Особистий внесок здобувача: розроблено програмне забезпечення для виявлення змісту тексту на основі тематичного аналізу.*

20. Bekesh R., Chyrun L., Kravets P., Demchuk A., Matseliukh Y., Batiuk T., **Peleshchak I.**, Bigun R., Maiba I. Structural modeling of technical text analysis and synthesis processes. *CEUR Workshop Proceedings*, 2020. Vol. 2604. P. 562–589. *Особистий внесок здобувача: розроблено програмне забезпечення для автоматизації процесів аналізу та синтезу природних текстів.*

21. Husak V., Lozynska O., Karpov I., **Peleshchak I.**, Chyrun S., Vysotskyi A. Information system for recommendation list formation of clothes style image selection according to user's needs based on NLP and chatbots. *CEUR Workshop Proceedings*, 2020. Vol. 2604. P. 788–818. *Особистий внесок здобувача: розроблено програмне забезпечення для роботи чат-бота на базі месенджерів Telegram.*

#### **4.7. Апробація основних результатів дослідження на конференціях, симпозіумах, семінарах тощо**

Основні результати дисертаційного дослідження апробовано на міжнародних наукових конференціях:

1. *2017 2nd International Conference on Advanced Information and Communication Technologies (AICT)*, 2017. Location: Lviv, Ukraine.
2. *2017 4th International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications. Science and Technology (PIC S&T)*, 2017. 10–13 October, 2017. Kharkov, Ukraine

3. *2018 14th International Conference on Advanced Trends in Radioelectronics, Telecommunications and Computer Engineering (TCSET)*, 2018. Location: Lviv-Slavske, Ukraine.
4. *2019 9th International Conference on Advanced Computer Information Technologies*, 2019. Jun. 05–07, 2019. Czech Republic–Ceske Budejovice.
5. *2019 3rd International Conference on Advanced Information and Communications Technologies*, 2019. Location: Lviv, Ukraine.
6. *2019 3rd International Conference on Advanced Information and Communications Technologies (AICT 2019)*. 2–6 July 2019, Lviv, Ukraine.
7. *IEEE 2019 14th International Scientific and Technical Conference on Computer Sciences and Information Technologies (CSIT 2019)*. September 17–20, 2019, Lviv. Polytechnic National University (Lviv, Ukraine).

#### **4.8. Наукове значення виконаного дослідження із зазначенням можливих наукових галузей та розділів програм навчальних курсів, де можуть бути застосовані отримані результати**

Отримані наукові результати можуть бути застосовані у процесі підготовки здобувачів першого (бакалаврського) та другого (магістерського) рівнів вищої освіти зі спеціальностей 121 Інженерія програмного забезпечення, 122 Комп'ютерні науки та інформаційні технології, 124 Системний аналіз, 125 Кібербезпека з метою формування у здобувачів вищої освіти теоретичних знань та практичних умінь і навичок, необхідних для вирішення різноманітних завдань управління складними динамічними процесами різної природи засобами сучасних програмних комплексів і систем підтримки прийняття рішень. Результати дисертаційного дослідження дозволяють розширити й конкретизувати робочі програми таких навчальних дисциплін: «Інтелектуальні системи», «Глибинне навчання», «Обчислювальний інтелект», «Технології машинного навчання».

#### **4.9. Практична цінність результатів дослідження із зазначенням конкретного підприємства або галузі народного господарства, де вони можуть бути застосовані**

Практична цінність результатів дослідження полягає у можливості їх застосування у галузі системного аналізу для розроблення й побудови моделей складних інформаційних систем і систем підтримки прийняття рішень та впровадження цих моделей засобами комп'ютерного моделювання. Зокрема, запропоновані методи доцільно застосувати:

- Метод стиску вхідних образів на основі діагоналізації матриці вагових синаптичних зв'язків може бути використаний для зменшення часу налаштування синаптичних зв'язків у процесі навчання нейронної мережі завдяки зменшенню числа синаптичних зв'язків з  $N^2$  до  $N$  (при умові, що кількість нейронів  $N$  у шарах нейромережі є однаковою) та для збільшення коефіцієнта стиску вхідних образів відносно повнозв'язної нейронної мережі в  $O\left(\frac{2N}{N+1}\right)$  разів.

- Осциляторна нейронна мережа може бути використана як розпізнавач радіолокаційних діаграм розсіяння сигналів за критерієм резонансу.

- Модифікована теорема Хехт-Нільсена для діагоналізованої тришарової нейронної мережі дозволяє апроксимувати функцію від  $n$  змінних із заданою точністю  $\varepsilon > 0$ , за допомогою однієї агрегації агрегування.

- Для шифрування вхідних інформаційних сигналів та захисту інформації від атак по стороннім каналам з підвищеним ступенем криптостійкості запропоновано метод шифрування вхідних інформаційних сигналів на основі ланцюгової та кільцевої нелінійної нейронної мережі, що базується на частотній модуляції, та метод шифрування інформації на основі синтезу алгоритму AES та нейронної мережі з діагоналізованими синаптичними зв'язками, що змінюють морфологію асиметричного ключа шифрування для кожного окремого вхідного образу.

- Нелінійна модель оптимізації структури багат шарової нейронної мережі може бути безпосередньо використана для оцінки параметра складності навчання нейронної мережі (кількість операцій виконаних нейронною мережею за 1 с) та вибору оптимального часу її навчання в залежності від числа навчальних прикладів та числа синаптичних зв'язків.

#### **4.10. Оцінка структури дисертації, її мови та стилю викладення**

Дисертація за структурою, мовою та стилем викладення відповідає вимогам МОН України, а саме: дисертаційна робота викладена на 171 сторінці та складається з анотації, змісту, переліку скорочень, вступу, чотирьох основних розділів, у яких міститься 48 рисунків, списку використаних джерел із 154 найменувань та трьох додатків; робота написана українською мовою з використанням сучасної наукової термінології, стиль викладу матеріалу послідовний та логічний.

**У ході обговорення дисертації до неї не було висунуто жодних зауважень щодо самої суті роботи.**

**5. З урахуванням зазначеного, на фаховому семінарі кафедри інформаційних систем та мереж ухвалили:**

**5.1.** Дисертація Пелешака Івана Романовича, здобувача вищої освіти ступеня доктора філософії «Система розпізнавання мультиспектральних образів на основі осциляторних нейронних мереж» є завершеною науковою працею, у якій розв'язано конкретне наукове завдання розробки системи розпізнавання та шифрування мультиспектральних образів на основі осциляторних нейронних мереж, що має важливе значення для галузі знань «Інформаційні технології».

**5.2.** У 21 науковій публікації повністю відображені основні результати дисертації, з них: 1 монографія (зарубіжне наукове видання), 2 статті у наукових фахових виданнях України, що входять до міжнародних наукометричних баз (з них 1 індексується у базі Scopus, 1 у базі Web of Science), 1 стаття у науковому фаховому виданні України, 5 статей у наукових періодичних виданнях інших держав, що входять до наукометричної бази Scopus, 1 стаття у науковому періодичному виданні іншої держави, 5 матеріалів міжнародних наукових та науково-практичних конференції, які індексуються у базі Scopus, 1 патент на корисну модель, 5 наукових праць, які додатково відображають наукові результати дисертації.

**5.3.** Дисертація відповідає вимогам наказу МОН України № 40 від 12.01.2017р. «Про затвердження вимог до оформлення дисертації»,

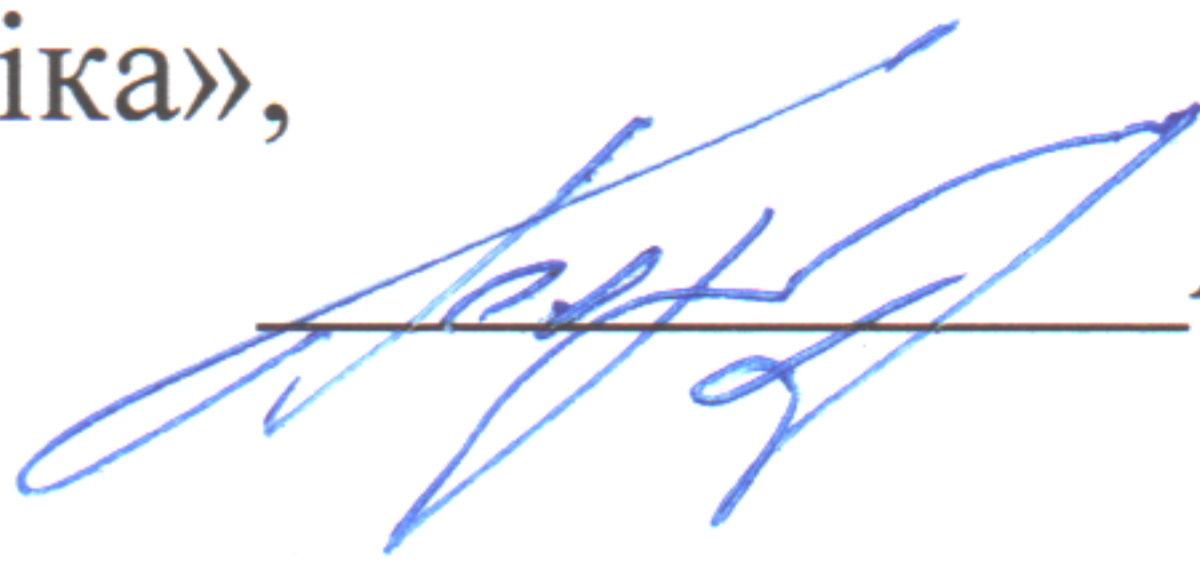
Тимчасового порядку присудження ступеня доктора філософії (Постанова Кабінету Міністрів України від 6 березня 2019 р. № 167).

**5.4.** Враховуючи наукову зрілість та професійні якості Пелешака І.Р., здобувача вищої освіти ступеня доктора філософії, дисертація «Система розпізнавання мультиспектральних образів на основі осциляторних нейронних мереж» рекомендується для подання до розгляду та захисту у спеціалізованій вченій раді.

За затвердження висновку проголосували:

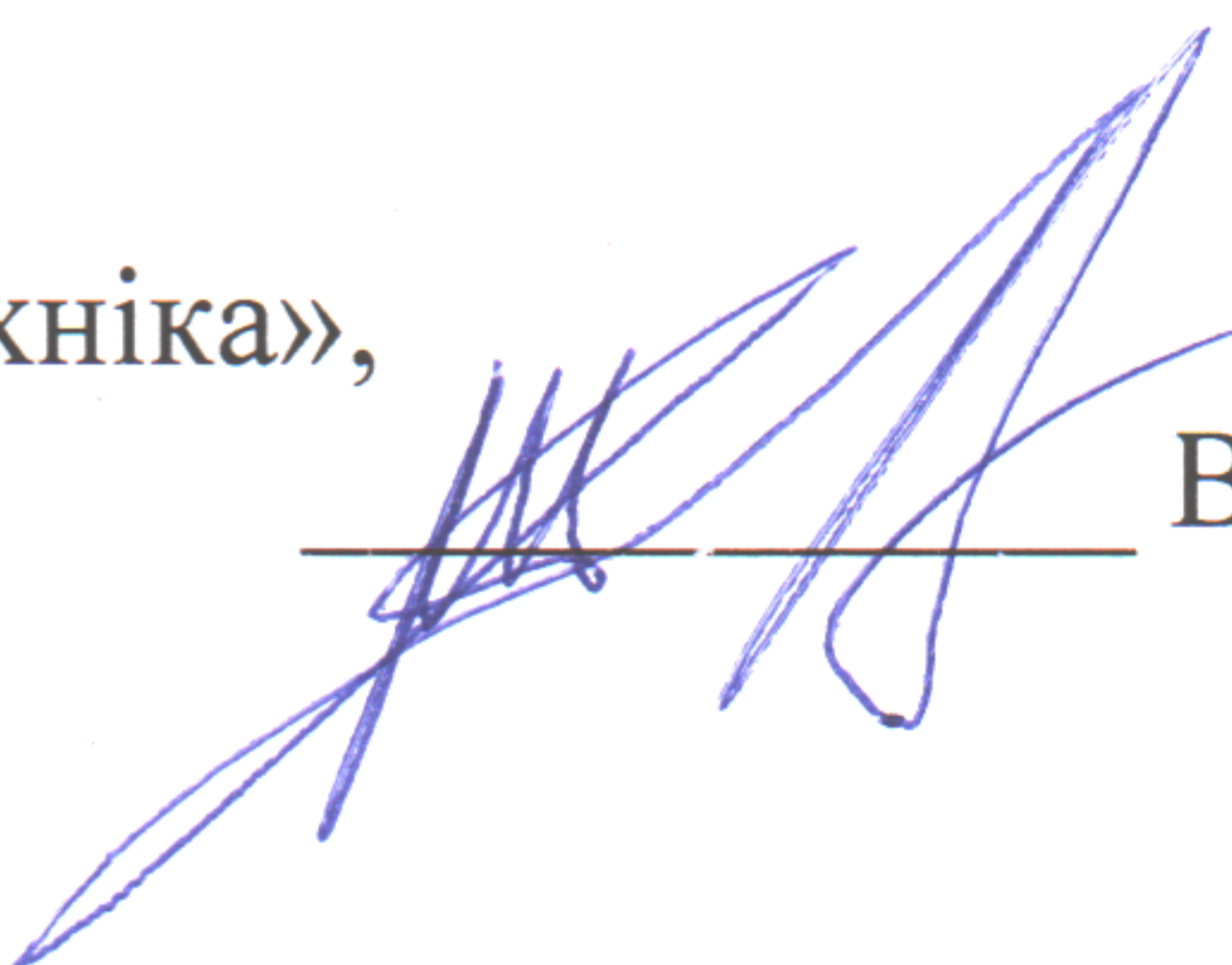
за	- 31	(тридцять один)
проти	- 0	(немає)
утримались	- 0	(немає)

Головуючий на засіданні фахового семінару,  
професор кафедри інформаційних систем та мереж  
Національного університету «Львівська політехніка»,  
д.т.н., професор

  
А. Ю. Берко

Рецензенти:

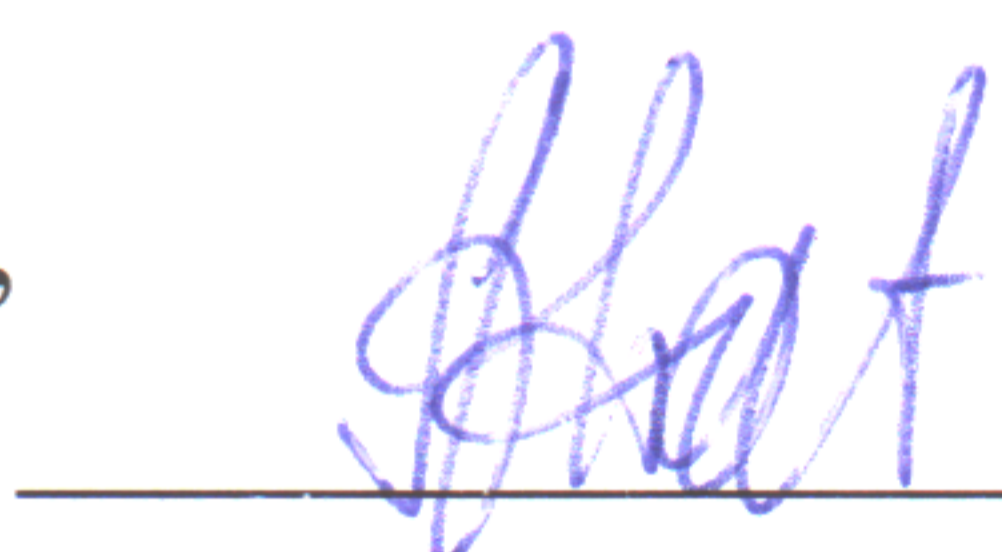
виконувач обов'язків завідувача кафедри  
автоматизованих систем управління  
Національного університету «Львівська політехніка»,  
д.т.н., професор

  
В. М. Теслюк

професор кафедри  
інформаційних технологій видавничої справи  
Національного університету «Львівська політехніка»,  
д.т.н., професор

  
М. А. Назаркевич

Відповідальний у ННІ за атестацію PhD  
доцент кафедри автоматизованих систем управління,  
к.т.н., доцент

  
А. Є. Батюк

« 1 » липня 2021 р.