

ЗАТВЕРДЖУЮ
Проректор з наукової роботи
Дніпровського національного
університету імені Олеся Гончара
Олег МАРЕНКОВ

«09» _____ 2025 р.

ВИСНОВОК

про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів дисертації Кошеля Євгена Васильовича на тему «Моделі та методи синтезу мовлення на основі нейронних систем звичайних диференціальних рівнянь», представленої на здобуття ступеня доктора філософії зі спеціальності 113 Прикладна математика

ВИТЯГ

з протоколу №2 засідання міжкафедрального семінару при постійнодіючому семінарі «Актуальні питання оптимізації та дискретної математики» при Науковій раді НАН України з проблеми «Кібернетика» факультету прикладної математики та інформаційних технологій Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара від «18» березня 2025 року

ПРИСУТНІ: 36 з 36 членів наукового семінару.

ГОЛОВА НАУКОВОГО СЕМІНАРУ : член-кореспондент НАН України, д-р фіз.-мат. наук, проф. Кісельова О.М. (01.05.01 – теоретичні основи інформатики та кібернетики), декан факультету прикладної математики та інформаційних технологій, професорка кафедри обчислювальної математики та математичної кібернетики Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара;

СЕКРЕТАР ЗАСІДАННЯ: канд. фіз.-мат. наук, доц. Кузенков О.О. (01.05.02 – математичне моделювання та обчислювальні методи) доцент кафедри обчислювальної математики та математичної кібернетики Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара.

ЧЛЕНИ НАУКОВОГО СЕМІНАРУ: д-р фіз.-мат. наук, проф. Гук Н. А. (01.02.04 – механіка деформівного твердого тіла), в. о. проректора з науково-педагогічної роботи, професорка кафедри комп'ютерних технологій Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара;

д-р фіз.-мат. наук, проф. Кузьменко В. І. (01.02.04 – механіка деформівного твердого тіла), професор кафедри обчислювальної математики та математичної кібернетики Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара;

д-р фіз.-мат. наук, проф. Шевельова А.Є. (01.02.04 – механіка деформівного твердого тіла), професорка кафедри обчислювальної математики та математичної кібернетики Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара;

д-р фіз.-мат. наук, проф. Гарт Л.Л. (01.05.01 – теоретичні основи інформатики та кібернетики), професорка кафедри обчислювальної математики та математичної кібернетики Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара;

д-р техн. наук, проф. Байбуз О.Г. (05.22.20 – експлуатація та ремонт засобів транспорту), завідувач кафедри інженерії програмного забезпечення та інформаційних технологій Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара;

канд. фіз.-мат. наук, доц. Турчина В.А. (01.05.02 – математичне моделювання та обчислювальні методи), завідувачка кафедри обчислювальної математики та математичної кібернетики Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара;

канд. техн. наук, доц. Зайцева Т.А. (01.02.04 – механіка деформівного твердого тіла), завідувачка кафедри комп'ютерних технологій Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара;

канд. фіз.-мат. наук, доц. Волошко В.Л. (01.02.04 – механіка деформівного твердого тіла), доцент кафедри обчислювальної математики та математичної кібернетики Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара;

д-р фіз.-мат. наук, проф. Білозьоров В.Є. (01.05.04 – системний аналіз і теорія оптимальних рішень), професор кафедри комп'ютерних технологій Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара;

д-р техн. наук, проф. Книш Л.І. (05.14.06 – технічна теплофізика та промислова теплоенергетика), професорка кафедри комп'ютерних технологій Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара;

канд. техн. наук, доц. Золотько К.Є. (05.14.04 – промислова теплоенергетика), доцент кафедри комп'ютерних технологій Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара;

канд. фіз.-мат. наук, доц. Зайцев В.Г. (01.05.02 – математичне моделювання та обчислювальні методи), доцент кафедри комп'ютерних технологій Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара;

канд. техн. наук Дзюба П. А. (01.02.04 – механіка деформівного твердого тіла), доцент кафедри комп'ютерних технологій Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара;

канд. фіз.-мат. наук, доц. Хижа О.Л. (01.01.01 – математичний аналіз), доцент кафедри комп'ютерних технологій Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара;

канд. техн. наук, доц. Мацуга О.М. (05.13.06 – автоматизовані системи управління та прогресивні інформаційні технології), доцентка кафедри інженерії програмного забезпечення та інформаційних технологій Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара;

канд. фіз.-мат. наук Козакова Н. Л. (01.02.04 – механіка деформівного твердого тіла), доцентка кафедри обчислювальної математики та математичної кібернетики Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара;

канд. техн. наук, доц. Антоненко С.В. (05.13.06 – автоматизовані системи управління та прогресивні інформаційні технології), доцентка кафедри інженерії програмного забезпечення та інформаційних технологій Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара;

канд.фіз.-мат. наук, доц. Міхальчук Г.Й. (01.02.04 – механіка деформівного твердого тіла), доцентка кафедри інженерії програмного забезпечення та інформаційних технологій Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара;

канд. фіз.-мат. наук, доц. Тонкошкур І.С. (01.02.05 – механіка рідини, газу та плазми), доцент кафедри обчислювальної математики та математичної кібернетики Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара;

канд. фіз.-мат. наук Степанова Н.І. (01.02.04 – механіка деформівного твердого тіла), доцентка кафедри комп'ютерних технологій Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара;

канд. фіз.-мат. наук, доц. Сафронова І.А. (01.02.04 – механіка деформівного твердого тіла), доцентка кафедри комп'ютерних технологій Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара;

канд. техн. наук, доц. Іванченко М.Г. (05.13.06 – автоматизовані системи управління та прогресивні інформаційні технології), доцентка кафедри інженерії програмного забезпечення та інформаційних технологій Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара;

канд. фіз.-мат. наук, доц. Божуха Л.М. (01.01.01 – математичний аналіз), доцентка кафедри інженерії програмного забезпечення та інформаційних технологій Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара;

канд. техн. наук, доц. Білобородько О.І. (05.13.06 – автоматизовані системи управління та прогресивні інформаційні технології), доцентка кафедри інженерії програмного забезпечення та інформаційних технологій Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара;

канд. техн. наук, доц. Ємел'яненко Т.Г. (05.13.06 – автоматизовані системи управління та прогресивні інформаційні технології), доцентка кафедри інженерії програмного забезпечення та інформаційних технологій Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара;

канд. фіз.-мат. наук, доц. Наконечна Т.В. (01.01.01 – математичний аналіз), доцентка кафедри обчислювальної математики та математичної кібернетики Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара;

канд. фіз.-мат. наук, доц. Трофімов О.В. (01.02.04 – механіка деформівного твердого тіла), доцент кафедри обчислювальної математики та математичної кібернетики Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара;

доктор філософії Єгошкін Д.І., (113 – прикладна математика), доцент кафедри комп'ютерних технологій Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара;

Полонська А.Є., асистентка кафедри обчислювальної математики та математичної кібернетики Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара;

Лисиця Н.М., асистентка кафедри комп'ютерних технологій Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара;

Сірик С.Ф., старший викладач кафедри комп'ютерних технологій Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара;

Красношاپка Д.В., старший викладач кафедри комп'ютерних технологій Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара;

Лапець О.В., асистент кафедри інженерії програмного забезпечення та інформаційних технологій Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара;

Лирчиков В.О., асистент кафедри інженерії програмного забезпечення та інформаційних технологій Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара.

ЗАПРОШЕНІ ФАХІВЦІ (3 особи, з правом голосу):

д-р техн. наук, проф Мороз Б. І (05.25.05 - Інформаційні системи та процеси), професор кафедри програмного забезпечення комп'ютерних систем національного технічного університету «Дніпровська політехніка»;

д-р техн. наук, проф. Бідюк П. І. (01.13.03 – Системи і процеси керування), професор кафедри математичних методів системного аналізу Національного технічного університету України «КПІ імені Ігоря Сікорського»;

д-р фіз.-мат. наук, проф. Когут П. І. (01.01.09 – варіаційне числення та теорія оптимального керування), професор кафедри математичного аналізу та оптимізації Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара.

На засіданні присутній аспірант: Кошель Є.В.

Аспірант участі в голосуванні не брав.

Порядок денний: розгляд і обговорення дисертаційної роботи Кошеля Євгена Васильовича на тему «Моделі та методи синтезу мовлення на основі нейронних систем звичайних диференціальних рівнянь», поданої на здобуття ступеня доктора філософії зі спеціальності 113 — Прикладна математика.

Тема дисертації затверджена на засіданні вченої ради Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара (протокол № 5 від 18 листопада 2021 року). Науковим керівником призначено д-ра фіз.-мат. наук, проф. Білозьорова В.Є.

Підготовка здобувача третього рівня вищої освіти здійснюється за акредитованою освітньо-науковою програмою «Прикладна математика» зі спеціальності 113 — Прикладна математика (сертифікат про акредитацію освітньої програми 2068, дійсний до 01.07.2027 р.).

СЛУХАЛИ:

Обговорення дисертації аспіранта 4 року навчання Кошеля Євгена Васильовича на тему «Моделі та методи синтезу мовлення на основі нейронних систем звичайних диференціальних рівнянь» на здобуття ступеня доктора філософії зі спеціальності 113 — Прикладна математика.

Перевірку на плагіат здійснювала комісія у складі: канд. фіз.-мат. наук, доцент кафедри обчислювальної математики та математичної кібернетики Кузенков О.О., канд. фіз.-мат. наук, доцентка кафедри обчислювальної математики та математичної кібернетики Козакова Н.Л., провідний інженер НДЛ ОСС Яцечко Н.Є.

За результатами перевірки дисертаційної роботи на плагіат програмою «Strikeplagiarism» зроблено висновок: дисертаційна робота Кошеля Є.В. має високий рівень унікальності (95,73 %) і може бути допущена до захисту.

Робота виконана на 186 сторінках і містить такі складові частини: анотація, зміст, вступ, три розділи, висновки, список використаної літератури, додаток.

Слово надається аспіранту Кошелю Є.В. Будь ласка, регламент виступу – 20 хвилин.

Аспірант Кошель Є. В.

Шановна голова семінару, шановні члени міжкафедрального семінару, шановні колеги!

Тема моєї дисертації: «Моделі та методи синтезу мовлення на основі нейронних систем звичайних диференціальних рівнянь».

Актуальність теми.

Аналіз та синтез мовлення завжди були популярними темами для багатьох дослідників. Підходи та методи роботи із голосовими сигналами, що були розроблені протягом останніх десятиліть, зараз застосовуються для розв'язання найрізноманітніших задач. На основі цих розробок створюються системи для голосового контролю над програмним забезпеченням (ПЗ) комп'ютерів, а також дозволяють цьому ПЗ комунікувати з користувачами за допомогою синтезованого голосу. Подібні системи додають новий інтерфейс, який дозволяє безконтактну взаємодію користувача із пристроєм, що значно розширює коло сценаріїв для взаємодії людини й машини, а також робить комп'ютери більш доступними для людей з обмеженими можливостями.

Вагомий внесок у дослідження аналізу та синтезу мовлення, а також у стрімкий розвиток інструментів для роботи з ним зробили Гомер Дадлі, Франклін С. Купер, Алвін Ліберман, Джон Л. Келлі, Луї Герстман, Фумітада Ітакура, Шуц С. Сайто, Бішну С. Атал, Манфред Р. Шредер, Денніс Клатт, та багато інших.

На момент написання цієї роботи, найбільш потужним та популярним інструментом для моделювання є штучні нейронні мережі. Потужність нейромережевої моделі прямо пропорційна її розміру, тобто найпростіший спосіб покращення якості роботи моделі — це її горизонтальне або вертикальне масштабування. Але чим більшою стає модель, тим більше обчислювальних ресурсів вона буде потребувати, а найгірше - нову масштабовану модель необхідно буде оптимізувати наново, оскільки розмірність параметрів меншої моделі буде несумісною із розмірністю параметрів нової, більшої.

Саме тому головним напрямом досліджень наразі є створення більш ефективних моделей та архітектур, компоненти яких можна краще адаптувати до області застосування та масштабувати їх незалежно одне від одного. Адаптація до предметних областей здебільшого полягає у структуризації моделі таким чином, щоб вона не могла порушувати інваріанти даної області. А задача розбиття моделі на компоненти є тотожною задачі декомпозиції проблеми, яку має вирішити модель, тобто для кожної підзадачі може розроблятися окрема спеціалізована модель.

Об'єкт дослідження:

Звукові коливання, що породжуються голосовим апаратом людини.

Предмет дослідження:

Моделювання нестационарних часових рядів, отриманих шляхом аналогово-цифрового перетворення голосового сигналу, як динамічних систем за допомогою нейромережевих моделей.

Мета і завдання дослідження.

Мета дослідження — розробити новий підхід до аналізу та синтезу мовлення на основі нейронних систем звичайних диференціальних рівнянь. В рамках роботи поставлені наступні завдання:

- розробити нову модель на основі нейронних систем звичайних диференціальних рівнянь для синтезу мовлення;
- забезпечити можливість використання моделі в різних середовищах без втрати попереднього навчання;
- дослідити вплив архітектури та функцій активації на якісні характеристики побудованої моделі;

- передбачити можливість використання класичних методів для дослідження властивостей моделі;
- забезпечити максимальну прозорість та інтерпретованість нової моделі.

Наукова новизна одержаних результатів полягає у наступному:

1. **Вперше** побудовано нейромережеву архітектуру, що дозволяє моделювати нестационарні часові ряди шляхом отримання керування для системи звичайних диференціальних рівнянь та побудови біскції між сегментами часового ряду та точками отриманих траєкторій системи.
2. **Вперше** проведено аналіз впливу активаційних функцій на якість прогнозування квазіперіодичних часових рядів нейронною системою звичайних диференціальних рівнянь з антисиметричною матрицею.
3. **Вперше** проведено практичний порівняльний аналіз класичних та нейромережевих методів вкладення даних одновимірного часового ряду для реконструкції атракторів динамічних систем та їх застосування для отримання латентних траєкторій для нестационарних часових рядів.

Достовірність отриманих результатів забезпечується використанням широко апробованих моделей, коректністю математичних постановок задач, використанням методів та алгоритмів, що є теоретично обґрунтованими та не суперечливими із відомими положеннями інших авторів, контрольованою точністю обчислень, високою узгодженістю між собою числових та експериментальних результатів, несуперечністю отриманих результатів відповідним опублікованим результатам інших авторів.

Практичне значення одержаних результатів.

1. На основі запропонованої моделі побудовано нову систему для синтезу мовлення, що здатна працювати за будь-яких значень частоти дискретизації без втрати попереднього навчання.
2. Результати проведеного дослідження можуть бути використані для подальших розробок систем для розв'язання задач, пов'язаних із мовленням, таких як розпізнавання, синтез, тощо.
3. Теоретично обґрунтовано та практично показано адекватність побудованої моделі та вибір її структури для розв'язання задачі прогнозування квазіперіодичних часових рядів.
4. Проведені дослідження та їх результати складають відповідний розділ ініціативної науково-дослідної роботи “Детерміновані та стохастичні алгоритми комп'ютерного моделювання об'єктів та процесів різної природи” (2022-2024, державний реєстраційний номер:0122U001467), яка проводиться на кафедрі комп'ютерних технологій факультету прикладної математики та інформаційних технологій ДНУ.

У своїй доповіді аспірант описав структуру дисертації, яка складається із вступу, трьох розділів та висновків.

У першому розділі наведено огляд літератури. Розглянуто два широкі класи підходів до моделювання динамічних систем — класичний та нейромережевий. Насамперед розглядається ідентифікація систем, яка дозволяє будувати керування для моделі залежно від поточного стану системи та контексту. Цей підхід є пояснюваним та парсемонним, але у таких моделях відсутній формальний алгоритм для їх побудови. Нейромережеві методи, навпаки, не є пояснюваними та парсемонними, але існує автоматизований алгоритм для отримання моделей на основі наявних даних. Також розглянуто нейронні системи звичайних диференціальних рівнянь (ЗДР), які є узагальненням залишкових нейромереж і дозволяють замінити звичайне дискретне відображення неперервним потоком.

У другому розділі пропонується нова модель для апроксимації та прогнозування одновимірних часових рядів шляхом побудови адаптивного контролю для нейронної системи звичайних диференціальних рівнянь у багатовимірному (латентному) просторі та побудові бієкції між точками латентних траєкторій та сегментами часового ряду. Нову модель випробувано для апроксимації та прогнозування простих періодичних сигналів і досліджено можливі проблеми, що можуть виникнути при її тренуванні та використанні. Також висвітлено проблему вибору архітектури та активаційної функції при побудові нових нейромережевих моделей і проведено порівняльний аналіз моделей з різними архітектурами та активаційними функціями, а також досліджено їх динамічні властивості.

У третьому розділі обґрунтовано вибір конкретних методів виділення головних характеристик голосового сигналу та безпосередньо описано реалізацію цих методів для практичного застосування. Також надається постановка задачі синтезу голосу та описано розв'язання як її, так і супутніх проблем.

На заключному етапі дослідження були сформульовані такі **загальні висновки**:

1. Розроблено новий тип нейромережевої архітектури - hNODE, що дозволяє моделювати нестационарні часові ряди.
2. Створено нову модель для синтезу мовлення на основі розробленої архітектури.
3. Сформульовано й доведено теореми, що обґрунтовують доцільність вибору архітектури та функції активації для нової моделі.
4. Проведено практичний порівняльний аналіз класичних та нейромережевих методів вкладення даних одновимірного часового ряду для реконструкції атракторів динамічних систем.

Після закінчення доповіді Кошелю Є.В. присутніми були поставлені такі

запитання.

ЗАПИТАННЯ ТА ВІДПОВІДІ

Член-кореспондент НАН України, доктор фізико-математичних наук, проф. Кісельова О.М., декан факультету прикладної математики та інформаційних технологій, професорка кафедри обчислювальної математики та математичної кібернетики Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара:

Який метод оптимізації використовувався для тренування нейронної мережі?

Кошель Є.В.:

Для оптимізації використовувався алгоритм ADAM, який є модифікованим алгоритмом стохастичного градієнтного спуску, який дозволяє підлаштовувати темп навчання залежно від послідовних значень градієнта.

Член-кореспондент НАН України, доктор фізико-математичних наук, проф. Кісельова О.М., декан факультету прикладної математики та інформаційних технологій, професорка кафедри обчислювальної математики та математичної кібернетики Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара:

Чи порівнювались результати, які отримані в Вашій роботі, із результатами інших дослідників?

Кошель Є. В.:

Результати порівнювались як і з поширеними моделями на основі нейронних мереж, так і з класичними вокодерами (у даному випадку, вокодером WORLD Масанорі Моріса). Для порівняння використовувалось середньоквадратичне відхилення цільового сигналу від синтезованого як в часовій, так і в частотній областях. У часовій області запропонований підхід виявився кращим за існуючі, а у частотній — гіршим.

Канд. фіз.-мат. наук, доц. Зайцев В.Г. (01.05.02 – математичне моделювання та обчислювальні методи), доцент кафедри комп'ютерних технологій Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара;

Як обиралась розмірність простору вкладення?

Кошель Є. В.:

Розмірність простору вкладення обчислювалась алгоритмом PECUZAL на даних корпусу голосових сигналів LibriSpeech. Застосування цього алгоритма дозволило отримати розмірність 10.

Доктор фіз.-мат. наук, проф. Гук Н. А. (01.02.04 – механіка деформівного твердого тіла), в. о. проректора з науково-педагогічної роботи, професорка кафедри комп'ютерних технологій Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара:

Чи можна налаштовувати значення параметрів для активаційної функції під час навчання моделі?

Кошель Є.В.:

Так, ці параметри можна тренувати разом з моделлю. Проте у такого підходу є вагомий недолік — він істотно збільшує час обчислення моделі. Тому для тренування фінальної моделі використовувались фіксовані значення параметрів, для яких функція обчислюється швидко.

Доктор фіз.-мат. наук, проф. Гук Н. А. (01.02.04 – механіка деформівного твердого тіла), в. о. проректора з науково-педагогічної роботи, професорка кафедри комп'ютерних технологій Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара:

Які метрики використовувались для оцінки якості моделі?

Кошель Є. В.:

Для оцінки якості моделі використовувалась зважена сума середньоквадратичного відхилення синтезованого сигналу від цільового в часовій та в частотній областях. Під час тренування до цього критерію ще додавалась регуляризація параметрів та гіперпараметрів, а також додатковий критерій якості для автокодувальника, який обчислює середньоквадратичне відхилення декодованих значень від оригінальних.

Доктор технічних наук, проф. Байбуз О.Г. (05.22.20 – експлуатація та ремонт засобів транспорту), завідувач кафедри інженерії програмного забезпечення та інформаційних технологій Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара:

Чи може розроблена модель бути використана на практиці?

Кошель Є. В.:

Так, розроблену модель як в цілому, так і окремими компонентами, можна використовувати для аналізу та синтезу голосового сигналу. Наприклад, на основі автокодувальника можна розробляти нові методи для оцінки фундаментальної частоти та спектральних характеристик, а параметри для вкладеної системи можна використовувати для інваріантного аналізу сегментів мовлення.

Доктор фіз.-мат. наук, проф. Кузьменко В. І. (01.02.04 – механіка деформівного твердого тіла), професор кафедри обчислювальної математики та математичної кібернетики Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара;

Чи може модель використовуватися в інших галузях?

Кошель Є. В.:

Архітектура моделі не накладає ніяких обмежень на галузь застосування, тому її можна використовувати для розв'язання інших задач. У даному випадку модель було адаптовано конкретно під синтез голосу, оскільки гіперпараметрами для вкладеної нейронної системи ЗДР виступають саме характеристики голосового сигналу, а форму цієї системи та її розмірність підбиралась виходячи з наявних даних про голосові сигнали.

Доктор техн. наук, проф. Бідюк П. І. (01.13.03 – Системи і процеси керування), професор кафедри математичних методів системного аналізу Національного технічного університету України «КПІ імені Ігоря Сікорського»;

Як саме модель працює з нестационарними рядами?

Кошель Є. В.:

Для роботи з нестационарними рядами модель використовує адаптивний контроль, що отримується з контексту та гіперпараметрів. Обчисливши прогноз та отримавши новий контекст, модель адаптує власні параметри для генерування нового прогнозу. Модель може працювати в двох режимах. Перший режим передбачає застосування кодувальника лише один раз, на самому початку роботи, для отримання першого прогнозу. Потім у якості початкових умов задачі Коші

використовується остання латентна точка попереднього прогнозу. Другий режим передбачає повторне використання кодувальника для кожного послідовного контексту, таким чином траєкторії кожного прогнозу є незалежними і модель загалом має кращу стійкість.

Доктор техн. наук, проф Мороз Б. І. (05.25.05 - Інформаційні системи та процеси), професор кафедри програмного забезпечення комп'ютерних систем національного технічного університету «Дніпровська політехніка»:

Якими методами досліджувались нестационарні часові ряди?

Кошель Є. В.:

Оскільки мовлення — нестационарний процес, а нейронні звичайні диференціальні рівняння реалізують автономні системи ЗДР, було неможливо напряму використати наявні методи для моделювання мовлення як автономної динамічної системи. Тому був обраний підхід, що базується на сегментуванні модельованого ряду. Кожен сегмент обробляється послідовно — модель отримує набір параметрів для поточного сегмента та інтегрує вкладену систему ЗДР в латентному просторі, після чого обробляється наступний сегмент і інтегрування продовжується для подовження прогнозу.

Кандидат фіз-мат. наук, доц. Кузенков О.О. (01.05.02 –математичне моделювання та обчислювальні методи) доцент кафедри обчислювальної математики та математичної кібернетики Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара.

Про досягнення інших авторів по темі дисертації?

Кошель Є. В.:

Вагомий внесок у дослідження аналізу та синтезу мовлення, а також у стрімкий розвиток інструментів для роботи з ним зробили Гомер Дадлі, Франклін С. Купер, Алвін Ліберман, Джон Л. Келлі, Луї Герстман, Фумітада Ітакура, Шуццо Сайто, Бішну С. Атал, Манфред Р. Шредер, Денніс Клатт, та багато інших.

На практиці для порівняння роботи нової моделі використовувались такі моделі як Wavenet (Аарон ван ден Оорд та ін.), bigVGAN (Санг-гіл Лі та ін.), LPCNet (Жан-Марк Валін та Ян Скоглунд), WORLD (Масанорі Моріс), STRAIGHT (Гідекі Кавагара).

Голова семінару, член-кореспондент НАН України, доктор фізико-математичних наук, проф. Кісельова О.М., декан факультету прикладної математики та інформаційних технологій, професорка кафедри обчислювальної математики та математичної кібернетики Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара:

Запитань більше немає. Переходимо до обговорення дисертаційної роботи. Слово має науковий керівник.

ВИСТУП НАУКОВОГО КЕРІВНИКА:

Дисертаційна робота Кошеля Євгена Васильовича присвячена дослідженню сучасних методів синтезу мовлення на основі новітніх підходів до побудови нейромережових моделей. Насамперед розглядається новий клас нейромережових моделей – нейронні звичайні диференціальні рівняння, що дозволяє моделювати динамічні процеси у вигляді систем диференціальних рівнянь, праві частини яких задані нейронними мережами. Головна перевага цього класу моделей у контексті обраної предметної області полягає у тому, що він дозволяє застосовувати відомий інструментарій для дослідження якісних характеристик побудованих моделей.

Мій офіційний висновок із оцінкою роботи аспіранта 4 року навчання Кошеля Євгена Васильовича подано до відділу аспірантури та голові на засіданні сьогоdnішнього міжкафедрального наукового семінару. Я дозволю собі нагадати деякі його основні положення.

Аспірант, Кошель Євген Васильович, 1997 року народження, в 2021 році закінчив факультет прикладної математики Дніпровського національного університету за спеціальністю «Прикладна математика» та здобув кваліфікацію магістра. Із 2021 року по 2025 рік навчався в аспірантурі за спеціальністю «Прикладна математика» на кафедрі комп'ютерних технологій Дніпровського національного університету.

Під час виконання дисертаційної роботи Є.В. Кошель здійснив наукову роботу щодо вивчення сучасного стану проблематики, заявленої у дисертації. Було обрано об'єкти, матеріали та методи проведення досліджень, сформульована актуальність теми, мета та задачі. Здобувач Є.В. Кошель приймав безпосередню участь під час постановки завдань, планування та виконання комп'ютерних експериментів, обговорення результатів. Проявив себе відповідальною, наполегливою та старанною людиною. На засіданні Вченої Ради Дніпровського національного університету була затверджена тема його дисертаційної роботи «Моделі та методи синтезу мовлення на основі нейронних систем звичайних диференціальних рівнянь»

За результатами виконання дисертаційної роботи опубліковано 13 наукових праць, у тому числі 2 публікації у фахових журналах та збірниках наукових праць України, 4 публікації у наукових виданнях цитування Scopus, 7 публікацій у тезах доповідей на наукових конференціях.

Відповідно до п.8 Постанови КМУ № 44 від 12 січня 2022 року, врахована

кількість публікацій дорівнює 6, у яких висвітлені результати дисертаційної роботи.

Основні положення та результати дисертаційної роботи доповідалися й обговорювалися на підсумкових наукових конференціях ДНУ та на двох міжнародних конференціях, перелік яких є в дисертації. Проведене дослідження складає розділ ініціативної науково-дослідної роботи «Детерміновані та стохастичні алгоритми комп'ютерного моделювання об'єктів та процесів різної природи» (№ держреєстрації 0122U001467, 2022 – 2024 рр.), яка проводилось на кафедрі комп'ютерних технологій у відповідності до тематичних планів науково-дослідних робіт Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара.

Вважаю, що з врахуванням успішного виконання Кошелем Є.В. індивідуального навчального плану, індивідуального плану наукової роботи, досягнення результатів навчання за відповідною освітньо-науковою програмою та завершенням написання дисертації, яка є результатом самостійного дослідження, є завершеною науковою працею, містить наукову новизну, виконана на належному науковому рівні, відповідає встановленим вимогам до дисертацій докторів філософії, дисертація на тему «Моделі та методи синтезу мовлення на основі нейронних систем звичайних диференціальних рівнянь» може бути рекомендована до захисту.

Дякую за увагу.

В ОБГОВОРЕННІ ДИСЕРТАЦІЇ КОШЕЛЯ Є.В. ВЗЯЛИ УЧАСТЬ:

Доктор техн. наук, проф. Бідюк П. І. (01.13.03 – Системи і процеси керування), професор кафедри математичних методів системного аналізу Національного технічного університету України «КПІ імені Ігоря Сікорського»;

Дисертаційна робота і доповідь Кошеля Євгена Васильовича склали добре враження. В роботі розглянуто новий підхід до розв'язання задачі синтезу мовлення. У дисертації були досліджені методи аналізу та синтезу мовлення, а також класичні та нейромережеві підходи до аналізу часових рядів. Було розроблено нову нейромережеву архітектуру для моделювання часових рядів та вивчено її властивості. Крім того, поставлено задачу моделювання мовлення як одновимірного часового ряду за допомогою цієї нейромережевої моделі, що було успішно вирішено.

Не зважаючи на те, що тематика не нова і нею займаються багато дослідників, дана робота має вагомий внесок через принципово новий підхід до задачі. Наскільки мені відомо і як зазначено в доповіді, дослідження мовлення за допомогою систем звичайних диференціальних рівнянь ще ніким не виконувалось.

Також хотілось звернути увагу, що здобувачем проведена верифікація отриманих результатів, обрано коректні критерії для їх оцінки.

На завершення хочу зазначити, що дисертація Євгена Кошеля охоплює важливу тему, містить новаторські підходи, а отримані результати є достовірними, тому я рекомендую її до захисту на разовій раді.

Доктор технічних наук, проф. Байбуз О.Г. (05.22.20 – експлуатація та ремонт засобів транспорту), завідувач кафедри інженерії програмного забезпечення та інформаційних технологій Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара;

Я підтримую слова Петра Івановича щодо високої оцінки роботи, її актуальності та новизни. Робота є оригінальною і в ній застосовуються підходи, які не є широко поширеними та популярними у практиці комп'ютерного моделювання. Окремо хочу відзначити, що для реалізації відповідних числових алгоритмів Євген Васильович розробив власні програмні додатки, які можна вважати значним досягненням. Використання цих додатків дозволяє уникнути дорогих натурних експериментів при дослідженні фотоелектричних систем, що значно знижує час та витрати на такі дослідження.

Вважаю, що робота Кошеля Є.В. повністю відповідає вимогам до дисертацій доктора філософії, підтримую її і пропоную винести позитивне рішення на нашому семінарі та рекомендувати цю роботу до захисту на разовій спеціалізованій вченій раді за спеціальністю 113 — Прикладна математика.

Доктор фіз.-мат. наук, проф. Когут П. І. (01.01.09 – варіаційне числення та теорія оптимального керування), професор кафедри математичного аналізу та оптимізації Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара.

Хочу зазначити, що задачею побудови контролю для звичайних диференціальних рівнянь та диференціальних рівнянь в частинних похідних займаються багато науковців, але складність їх задач є меншою, а результати не такими позитивними, як у роботі Кошеля Євгена. Він розглядає суттєво нелінійну систему та успішно будує для неї контроль для переконливого синтезу голосового сигналу.

Вважаю, що за науковим рівнем, новизною, практичною цінністю робота Кошеля Є.В. повністю відповідає вимогам щодо дисертацій на здобуття наукового ступеня доктора філософії зі спеціальності 113 — Прикладна математика, і рекомендую цю роботу до захисту на разовій спеціалізованій раді.

Доктор техн. наук, проф Мороз Б. І. (05.25.05 - Інформаційні системи та процеси), професор кафедри програмного забезпечення комп'ютерних систем національного технічного університету «Дніпровська політехніка»:

Тема роботи Кошеля Є.В. є, безумовно, актуальною. Всі формальності з публікаціями виконані і здобувач, на мій погляд, набув необхідних професійних компетентностей для захисту роботи та отримання ступеня доктора філософії.

Також вважаю, що уточнена тема дисертації набагато краще відображає її зміст.

Я підтримую цю роботу і пропоную винести позитивне рішення нашого семінару та рекомендувати її до захисту на разовій спеціалізованій вченій раді.

Доктор фізико-математичних наук, проф. Гук Н. А., в. о. проректора з науково-педагогічної роботи, професорка кафедри комп'ютерних технологій Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара:

Шановні колеги! Ми прослухали змістовну наукову доповідь, після якої відбулася продуктивна наукова дискусія. Під час доповіді та обговорення Євген Васильович продемонстрував себе як повністю сформований дослідник, здатний самостійно ставити та розв'язувати складні наукові завдання в галузі прикладної математики.

Дисертація Кошеля Є.В. є завершеною науковою працею, що відповідає усім вимогам. Окрім того, здобувач повністю виконав освітню складову, має достатню кількість публікацій та провів апробацію свого дослідження. Тому я вважаю, що ми повинні підтримати цю роботу та рекомендувати її для подальшого захисту.

Кандидат технічних наук, доц. Зайцева Т.А., зав. кафедри комп'ютерних технологій Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара:

Повністю підтримую позицію моїх колег відносно роботи Кошеля Є.В. Вважаю цю роботу завершеною і пропоную її до захисту в разовій спеціалізованій раді за спеціальністю 113 — Прикладна математика.

Кандидат фіз-мат. наук, доц. Кузенков О.О. (01.05.02 —математичне моделювання та обчислювальні методи) доцент кафедри обчислювальної математики та математичної кібернетики Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара.

Також доєднуюсь до слів своїх колег. Зауважень до тексту дисертації у мене немає. Робота виконана на високому рівні та має високий рівень унікальності, тому вважаю доцільним пропоную її до Бзахисту в разовій спеціалізованій раді за спеціальністю 113 — Прикладна математика.

Голова семінару, член-кореспондент НАН України, доктор фізико-математичних наук, проф. Кісельова О.М., декан факультету прикладної математики та інформаційних технологій, професорка кафедри

обчислювальної математики та математичної кібернетики Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара:

Чи є ще бажаючі виступити? Якщо ні, то хочу зазначити, що робота справила на мене дуже позитивне враження. Відчувається, що здобувач чудово володіє предметом, чітко відповідає на всі питання, що свідчить про його повне формування як фахівця та дослідника.

Вважаю, що всі етапи дисертаційної роботи Кошеля Є.В. були висвітлені в його доповіді достатньо детально і ґрунтовно. Євген Васильович надав розгорнутий огляд наукової бази та сучасних досліджень, які стали основою дисертаційної роботи.

Тема роботи є актуальною, оскільки вона пропонує принципово новий підхід до аналізу та синтезу мовлення. Всі запропоновані методи та отримані результати є достовірними і відповідають сучасному рівню наукових досліджень у цій сфері. У дисертації є достатньо елементів наукової новизни. Тому я вважаю, що презентований матеріал відповідає вимогам до дисертаційних робіт на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 113 — Прикладна математика і рекомендую цю роботу до захисту на спеціалізованій разовій раді.

Формальні вимоги до роботи Кошеля Є.В. виконано в повному обсязі. Кількість публікацій є достатньою. Тому я вважаю, що ми маємо всі підстави проголосувати за подання дисертації Кошеля Є.В. до захисту та побажати йому подальших успіхів.

Тепер щодо формальної процедури. Якщо немає питань до голови семінару, до здобувача, то давайте перейдемо до висновку.

ВИСНОВОК

Актуальність теми дисертації

Аналіз та синтез мовлення завжди були популярними темами для багатьох дослідників. Підходи та методи роботи із голосовими сигналами, що були розроблені протягом останніх десятиліть, зараз застосовуються для розв'язання найрізноманітніших задач. На основі цих розробок створюються системи для голосового контролю над програмним забезпеченням (ПЗ) комп'ютерів, а також дозволяють цьому ПЗ комунікувати з користувачами за допомогою синтезованого голосу. Подібні системи додають новий інтерфейс, який дозволяє безконтактну взаємодію користувача із пристроєм, що значно розширює коло сценаріїв для взаємодії людини й машини, а також робить комп'ютери більш доступними для людей з обмеженими можливостями.

Вагомий внесок у дослідження аналізу та синтезу мовлення, а також у стрімкий розвиток інструментів для роботи з ним зробили Гомер Дадлі, Франклін

С. Купер, Алвін Ліberman, Джон Л. Келлі, Луї Герстман, Фумітада Ітакура, Шуцо Сайто, Бішну С. Атал, Манфред Р. Шредер, Денніс Клатт, та багато інших.

На момент написання цієї роботи, найбільш потужним та популярним інструментом для моделювання є штучні нейронні мережі. Потужність нейромережевої моделі прямо пропорційна її розміру, тобто найпростіший спосіб покращення якості роботи моделі - це її горизонтальне або вертикальне масштабування. Але чим більшою стає модель, тим більше обчислювальних ресурсів вона буде потребувати, а найгірше - нову масштабовану модель необхідно буде оптимізувати наново, оскільки розмірність параметрів меншої моделі буде несумісною із розмірністю параметрів нової, більшої.

Саме тому головним напрямом досліджень наразі є створення більш ефективних моделей та архітектур, компоненти яких можна краще адаптувати до області застосування та масштабувати їх незалежно одне від одного. Адаптація до предметних областей здебільшого полягає у структуризації моделі таким чином, щоб вона не могла порушувати інваріанти даної області. А задача розбиття моделі на компоненти є тотожною задачі декомпозиції проблеми, яку має вирішити модель, тобто для кожної підзадачі може розроблятися окрема спеціалізована модель.

Затвердження теми та плану дисертації.

Тема дисертації затверджена на засіданні вченої ради Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара (протокол № 5 від 18 листопада 2021 року). Науковим керівником призначено д-ра. фіз.-мат. наук, проф. Білозьорова В.Є.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Робота виконана в рамках ініціативної науково-дослідної роботи «Детерміновані та стохастичні алгоритми комп'ютерного моделювання об'єктів та процесів різної природи» кафедри комп'ютерних технологій факультету прикладної математики та інформаційних технологій Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара, номер державної реєстрації 0122U001467.

Публікації та особистий внесок здобувача.

За темою дисертації опубліковано 6 статей. Чотири з них опубліковано у виданнях, що входять до наукометричної бази Scopus, а дві статті – у виданнях, що входять до переліку наукових фахових видань України категорії Б. Основні результати дисертації отримано автором самостійно. У працях, що опубліковані у співавторстві, особистий внесок здобувача полягає у побудові числових розв'язків,

їхній програмній реалізації, візуалізації отриманих результатів, верифікації даних комп'ютерного моделювання. Публікації Кошеля Є.В. відповідають вимогам пп. 8, 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 (зі змінами).

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації.

Обґрунтованість і достовірність отриманих результатів забезпечується застосуванням перевірених математичних моделей, коректними математичними постановками задач, використанням теоретично обґрунтованих методів та алгоритмів, які відповідають відомим положенням інших авторів, контрольованою точністю обчислень та гарною узгодженістю числових і експериментальних результатів.

Наукова новизна одержаних результатів полягає у наступному:

1. **Вперше** побудовано нейромережеву архітектуру, що дозволяє моделювати нестационарні часові ряди шляхом отримання керування для системи звичайних диференціальних рівнянь та побудови бієкції між сегментами часового ряду та точками отриманих траєкторій системи.
2. **Вперше** проведено аналіз впливу активаційних функцій на якість прогнозування квазіперіодичних часових рядів нейронною системою звичайних диференціальних рівнянь з антисиметричною матрицею.
3. **Вперше** проведено практичний порівняльний аналіз класичних та нейромережевих методів вкладення даних одновимірного часового ряду для реконструкції атракторів динамічних систем та їх застосування для отримання латентних траєкторій для нестационарних часових рядів.

Наукове та практичне значення роботи.

Практичне значення отриманих результатів полягає у розробленні програмного забезпечення, що реалізує нову модель (включно із її набором параметрів) та супутні алгоритми для виділення визначних характеристик потокового голосового сигналу для його параметричного синтезу. Виділені характеристики можна змінювати для керування сигналом, що генерується моделлю, або використовувати їх для інших прикладних задач.

Враховуючи природу моделі та можливість керування нею за допомогою легко інтерпретованих характеристик, легко бачити як розроблений програмний продукт можна використовувати як для подальших досліджень, так і на практиці. Наприклад, можна провести порівняльне дослідження різних голосових сигналів,

що генеруються моделлю, та спробувати знайти зв'язок між динамічними характеристиками латентних траєкторій і типами звуків, що моделюються, провести біфуркаційний аналіз їх латентних траєкторій, тощо. До можливих практичних застосувань можна віднести використання автокодувальника, що було розроблено як частину моделі. Оскільки кодувальник гарантовано буде поміщати сегменти мовлення на атрактори (або близько до них) в латентному просторі, а декодувальник інтерпретує латентні траєкторії в аудіо сигнал, можна розробляти нові моделі або алгоритми, що будуть обробляти сигнали в латентному просторі (наприклад, визначати фундаментальну частоту або видаляти шум), що може виявитись більш ефективним, ніж робота з одновимірними часовими рядами.

Список опублікованих праць за темою дисертації

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

- Belozyorov V. Ye., Dantsev D. V., Koshel Y. V. On the Equivalence of Real Dynamic Process and Its Models. - Journal of Optimization, Differential Equations and Their Applications. DOI 10.15421/142109, ISSN (print) 2617–0108, ISSN (on-line) 2663–6824. - V. **29**. - №2.- December 2021. - P. 76-91.

Режим

доступу:

<https://model-dnu.dp.ua/index.php/SM/article/download/162/144>. (Особистий внесок: розробка нового метода для обчислення значень локального якобіану для точок, реконструйованого з часового ряду фазового простору, атрактора, що дозволило застосувати алгоритм для обчислення показників Ляпунова для системи, аналітична модель якої невідома; Білозьоров В.Є: проектування та дослідження загальної системи квадратичних диференціальних рівнянь, що описують поведінку будь-якого динамічної процесу, а також обчислення параметрів цих рівнянь, які визначаються заданим часовим рядом: Данцев Д.В: дослідження всіх прикладів, які продемонстровані в статті)
- Belozyorov V. Ye., Koshel Y. V. Univariate time series analysis with hyperneural ODE. - Journal of Optimization, Differential Equations and Their Applications. DOI 10.15421/142311, ISSN (print) 2617–0108, ISSN (on-line) 2663–6824. - V. **31**. - №2.- December 2023. - P. 50-66. — Режим доступу: <https://model-dnu.dp.ua/index.php/SM/article/download/187/168>. (Особистий внесок: запропоновано нову нейромережеву модель на базі звичайних диференціальних рівнянь -- *hNODE*, що дозволяє моделювати нестационарні часові ряди, а також проведено аналіз впливу активаційної функції, розмірності, та кроку інтегрування на якість навчання та роботи моделі; Білозьоров В.Є: запровадження поняття непарної активаційної функції, що використовується здобувачем у всіх дослідженнях цієї статті).

- Belozyorov V. Ye., Koshel Y. V. On systems of neural ODEs with generalized power activation functions. - Journal of Optimization, Differential Equations and Their Applications. DOI 10.15421/141901, ISSN (print) 2617-0108, ISSN (on-line) 2663-6824. - V. **32**. - №2.- December 2024. - P. 56 - 91. — Режим доступу: <https://model-dnu.dp.ua/index.php/SM/article/download/201/182>. *(Особистий внесок: запропоновано та досліджено властивості нового типу гіпер нейронних ЗДР, що включають в себе лінійні та нелінійні компоненти, а також проведено його порівняльний аналіз з іншими можливими типами моделей, сформульовано та доведено Лему 2.1, 2.2 про існування положень рівноваги в системі (2.28), а також доведено Лему 2.3, яка присвячена біфуркаційному аналізу відображення (2.54); Білозьоров В.Є.: формулювання теорем 2.4, 2.6, 2.7, 2.8 та 2.10, розробка прикладів 3D систем, які демонструють хаотичну поведінку).*
- Belozyorov V. Ye., Koshel Ye. V., Zaytsev V.G. The possibility of the robust chaos emergence in the Lorenz-like nonautonomous system. - Journal of Optimization, Differential Equations and Their Applications. DOI 10.15421/141902, ISSN (print) 2617-0108, ISSN (on-line) 2663-6824. - V. **27**. - №2.- December 2019. - P. 44-59. — Режим доступу: <https://model-dnu.dp.ua/index.php/SM/article/download/138/121>. *(Особистий внесок: біфуркаційний аналіз досліджуваної системи та визначення параметрів, за яких досягається придушення хаосу; Білозьоров В.Є.: проведення рекурентного аналізу отриманих систем; Зайцев В.Г.: проведення чисельних експериментів та побудова рекурентних діаграм).*

Статті у наукових фахових виданнях України категорії Б:

- Koshel Y. V. Adaptation of the world framework for frame-by-frame real-time speech analysis. - System technologies. DOI10.34185/1562-9945-5-148-2023-03, ISSN (print) 1562-9945, ISSN (on-line) 2707-7977. - V. **5** - №148 - 2023 - P. 21-36. — Режим доступу: <https://journals.nmetau.edu.ua/index.php/st/article/view/1543/848>
- Koshel Y. V. Neural network-assisted continuous embedding of univariate data streams for time series analysis. - System technologies. DOI 10.34185/1562-9945-2-151-2024-08, ISSN (print) 1562-9945, ISSN (on-line) 2707-7977. - V. **2** - № 151 - 2024 - P. 92-101. — Режим доступу: <https://journals.nmetau.edu.ua/index.php/st/article/view/1712/1012>

Тези наукових доповідей:

- Koshel E. Local Jacobian estimation for delay embedded time series data. - Тези доповіді на 18-й міжнародній науково-практичній конференції “Математичне та програмне забезпечення інтелектуальних систем” (MPZIS-2020). - 18 - 20 листопада 2020 р. Дніпро, с. 152 - 153. — Режим доступу:

- <http://mpzis.dnu.dp.ua/wp-content/uploads/2020/12/%D0%9C%D0%9F%D0%97%D0%86%D0%A1-20201.pdf>
- Koshel E. Lyapunov spectrum estimation for delay embedded time series. - Тези доповіді на 19-й міжнародній науково-практичній конференції “Математичне та програмне забезпечення інтелектуальних систем” (MPZIS-2021). - 17 - 19 листопада 2021 р. Дніпро, с. 110-111. — Режим доступу: https://www.dnu.dp.ua/docs/ndc/2021/28_%D0%9C%D0%9F%D0%97%D0%86%D0%A1-2021.pdf#page=110
 - Koshel Y. V., Belozyorov V. Ye. Modelling Dynamical Processes Described By Time Series Data With Neural Differential Equations. - Тези доповіді на 20-й міжнародній науково-практичній конференції “Математичне та програмне забезпечення інтелектуальних систем” (MPZIS-2022). - 23-25 листопада 2022 р. Дніпро, с. 111-112. — Режим доступу: <http://mpzis.dnu.dp.ua/wp-content/uploads/2022/12/MPZIS-2022-1.pdf>
 - Koshel Eu. Hyper neural ODE for univariate time series analysis. - Тези доповіді на 21-й міжнародній науково-практичній конференції “Математичне та програмне забезпечення інтелектуальних систем” (MPZIS-2023). - 22-24 листопада 2023, Дніпро, с. 21-22. — Режим доступу: <http://mpzis.dnu.dp.ua/wp-content/uploads/2023/11/mpzis-2023.pdf>
 - Koshel Y. V., Belozyorov V. Ye. Generation of stable systems of ordinary differential equations for univariate time series modeling. - Тези доповіді на XXVII МІЖНАРОДНІЙ КОНФЕРЕНЦІЇ З АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ «АВТОМАТИКА 2024» - 20 - 22 листопада 2024 р., Дніпро, С. 36 - 37. — Режим доступу: [https://automatika2024.dp.ua/files/%D0%90%D0%B2%D1%82%D0%BE%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0-2024%20\(%D1%82%D0%B5%D0%B7%D0%B8%20%D0%B4%D0%BE%D0%BF%D0%BE%D0%B2%D1%96%D0%B4%D0%B5%D0%B9\).pdf](https://automatika2024.dp.ua/files/%D0%90%D0%B2%D1%82%D0%BE%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0-2024%20(%D1%82%D0%B5%D0%B7%D0%B8%20%D0%B4%D0%BE%D0%BF%D0%BE%D0%B2%D1%96%D0%B4%D0%B5%D0%B9).pdf)
 - Belozyorov V. Ye, Koshel Y. V. On use of power activation functions with a degree less than 1 in neural networks. - Тези доповіді на 22-й міжнародній науково-практичній конференції «Математичне та програмне забезпечення інтелектуальних систем» (MPZIS-2024). - 20--22 листопада 2024 р., Дніпро, С. 7 - 9. — Режим доступу: <http://mpzis.dnu.dp.ua/wp-content/uploads/2024/11/%D0%9C%D0%9F%D0%97%D0%86%D0%A1-2024-1.pdf>
 - Koshel Eu. Improvement for peaks and zero-crossings detection for time-domain pitch estimation algorithms. - Proceedings of 1st international scientific and practical conference «CURRENT CHALLENGES OF SCIENCE AND EDUCATION», - September 18-20 2023, Berlin, - P. 116-118. — Режим доступу: <https://sci-conf.com.ua/wp-content/uploads/2023/09/CURRENT-CHALLENGES-OF-SCIENCE-AND-EDUCATION-18-20.09.23.pdf>

На підставі заслуховування та обговорення доповіді Кошеля Є.В. про основні положення дисертаційної роботи, питань та відповідей на них, члени семінару

УХВАЛИЛИ:

1. Вважати, що за актуальністю, ступенем новизни, обґрунтованості, наукової та практичної цінності здобутих результатів дисертація Кошеля Євгена Васильовича на тему «Моделі та методи синтезу мовлення на основі нейронних систем звичайних диференціальних рівнянь», відповідає вимогам Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії від 12 січня 2022 р. № 44 (зі змінами).
2. Рекомендувати дисертаційну роботу Кошеля Євгена Васильовича на тему «Моделі та методи синтезу мовлення на основі нейронних систем звичайних диференціальних рівнянь» до захисту в разовій спеціалізованій вченій раді на здобуття ступеня доктора філософії за спеціальністю 113 — Прикладна математика.
3. Клопотати перед вченою радою університету розглянути питання про створення спеціалізованої вченої ради для проведення разового захисту дисертації на здобуття ступеня доктора філософії за спеціальністю 113 — Прикладна математика Кошеля Євгена Васильовича у такому складі:

№ з/п	Прізвище, ім'я, по батькові	Місце основної роботи, підпорядкування, посада	Науковий ступінь, шифр, назва спеціальності, за якою захищена дисертація, рік присудження	Вчене звання (за спеціальністю, кафедрою), рік присвоєння	Наукові публікації, опубліковані за останні п'ять років, за науковим напрямом, за яким підготовлено дисертацію здобувача
1	2	3	4	5	6
1	Гук Наталія Анатоліївна (голова)	Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара Міністерства освіти і науки України, в.о. проректора з науково-педагогічної	Доктор фізико-математичних наук 01.02.04 механіка деформівного твердого тіла 2011 р., Україна	Професор кафедри комп'ютерних технологій, 2016 р.	Гук, Н. А., and М. Ю. Мітіков. Сучасні проблеми ідентифікації аномалій в роботі Enterprise systems. - Системні технології, DOI 10.34185/1562-9945-5-154-2024-15, ISSN (print) 1562-9945, ISSN (online) 2707-7977. - V. 5. - № 154. - 2024. - P. 146-153. (фахове видання категорії Б) https://journals.nmetau.edu.ua/index.php/st/article/download/1877/1157/228

1	2	3	4	5	6
		роботи			7 - Гук Н.А., Мітіков М.Ю. Математична модель оптимізації пошуку дублікатів об'єктів типа string у знімках пам'яті - Системні технології. DOI 10.34185/1562-9945-6-155-2024-23, ISSN (print) 1562-9945, ISSN (on-line) 2707-7977. - V. 6. - № 155 – 2024. - P. 236-249. (фахове видання категорії Б) https://journals.nmetau.edu.ua/index.php/st/article/view/1931 - Гук Н.А., Маляшко Д.С. Застосування згорткових нейронних мереж до задач класифікації зображень. - Питання прикладної математики та математичного моделювання. DOI: 10.15421/322004, ISSN 2074-5893. - № 20. - 2020. – P. 45-54. (фахове видання категорії Б) https://pmm.dp.ua/index.php/pmmm/article/view/264
2	Мороз Борис Іванович (опонент)	Професор кафедри програмного забезпечення комп'ютерних систем національного технічного університету «Дніпровська політехніка»	Доктор технічних наук, 05.25.05 інформаційні системи та процеси, 1993 р.,	Професор кафедри математичних методів системного аналізу, 2001 р.	- Shvachyeh G., Moroz B., Shcherbyna P., Moroz D., Vozna N. Metal heat treatment system based on the use of a cluster of networked industrial sensors - Metalurgija, ISSN 0543-5846. - V. 64. - № 1-2. - 2025. - P. 10–12. (зарубіжне видання) (Web of Science) https://hrcak.srce.hr/file/462160 - Moroz B., Shvachyeh G., Mamuzich I., Selegej A., Moroz D. Load control operational correction of a blast furnace based on the correlation models. - Metalurgija, ISSN 0543-5846. - V. 63. - № 3-4. - 2024. - P. 333–336. (зарубіжне видання) (Web of Science) https://hrcak.srce.hr/315666 - Martynenko, A.A., Tevyashev, A.D., Kulishova, N.E., Moroz, B.I. The problem of automatic classification of pictures using an intelligent decision-making system based on the knowledge graph and fine-grained image analysis. - System Research and Information Technologies. DOI 10.20535/SRIT.2308-8893.2022.4.05, ISSN 1681-6048. - № 4 - 2022 - P. 58-67. (фахове видання категорії Б) http://journal.iasa.kpi.ua/article/view/275082
3	Бідюк Петро	Професор	Доктор	Професор	O. Trofymchuk, O. Tymoshchuk, N.

1	2	3	4	5	6
	Іванович (опонент)	кафедри математичних методів системного аналізу Національного технічного університету України «КПІ імені Ігоря Сікорського», Україна	технічних наук, 01.13.03 – системи і процеси керування, 1996 р	кафедри математичних методів системного аналізу, 2001 р.	Kuznietsova, V. Huskova, P. Bidyuk and S. Polozhaenko Intellectual Decision Support System for Modeling and Forecasting Nonlinear Nonstationary Financial Processes and Risks Estimation. - 022 IEEE 3rd International Conference on System Analysis & Intelligent Computing (SAIC). DOI: 10.1109/SAIC57818.2022.9923009, Electronic ISBN:979-8-3503-9674-4. - 2022. - P. 1-5. (зарубіжне видання) https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9923009 - Белас А.О., Бідюк П.І. Вибір критерію якості для оцінювання прогнозів нелінійних нестационарних процесів. - KPI Science News. DOI: 10.20535/kpissn.2021.2.236936, ISSN: 2663-7472. - № 2. - 2021. - P. 38-45. (фахове видання категорії Б) https://ela.kpi.ua/items/a3269ac8-b501-4b78-a9bd-7dbfd33b236a - Бідюк П.І., Гуць Є.В., Гавриленко В.В., Рудоман Н.В. Прогнозування цін акцій з використанням рекурентної нейронної мережі LSTM. – Системи управління, навігації та зв'язку. DOI: 10.26906/SUNZ.2021.3.064, ISSN 2073-7394. - V. 3. - № 65. - 2021. - P. 64-68. (фахове видання категорії Б) https://journals.nupp.edu.ua/sunz/article/view/2390 - Пантеев Р.Л., Тимошук О.Л., Гуськова В.Г., Бідюк П.І. Методи фільтрації даних у системах підтримки прийняття рішень. – KPI Science News. DOI: 10.20535/kpissn.2021.1.231205, ISSN: 2663-7472. - № 1. - 2021. - P. 16-31. (фахове видання категорії Б) https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/6112af2a-bacd-492e-8dec-9db54b9622fb/content
4	Байбуз Олег Григорович (рецензент)	Завідувач кафедри інженерії програмного забезпечення та інформаційних технологій Дніпровського	Доктор технічних наук, 05.22.20 – експлуатація та ремонт засобів транспорту, 2004 р.	Професор кафедри інженерії програмного забезпечення та інформаційних технологій.	Sydorova, M., Baybuz, O., Verba, O., & Pidhornyi, P. Information technology for trajectory data mining. - Science and Innovation. DOI: 10.15407/scine17.03.078, ISSN 2409-9066. - V. 17. - № 3. - 2021. - P. 78–86. (фахове видання категорії А) (Scopus, Web of Science)

1	2	3	4	5	6
		національного університету імені Олеся Гончара Міністерства освіти і науки України		2007 рік	https://scinn-eng.org.ua/ojs/index.php/ni/article/view/122 • Долгіх А.О., Байбуз О.Г. Інформаційна технологія ансамблевого прогнозування з використанням паралельних обчислень. - Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. Серія: Технічні науки. DOI 10.32838/2663-5941/2022.1/13, ISSN (print) 2663-5941, (online) ISSN 2663-595X. - Том 33 (72). - № 1. - 2022. - Р. 79-86. (фахове видання категорії Б) https://www.tech.vernadskeyournals.in.ua/journals/2022/1_2022/13.pdf • Молодец Б.В., Байбуз О.Г. Використання методу обернено зважених відстаней з моделлю CALPUFF для інтерполяції концентрацій забруднюючих речовин у повітрі. - Актуальні проблеми автоматизації та інформаційних технологій. DOI 10.15421/432315, ISSN 2312-119X. - Том 27. - 2023. - Р. 156-163. (фахове видання категорії Б) https://actualproblems.dp.ua/index.php/APAIT/article/view/146
5	Когут Петро Ілліч (рецензент)	Професор кафедри математичного аналізу та оптимізації Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара, Міністерство освіти і науки України	Доктор фізико-математичних наук. 01.01.09 варіаційне числення та теорія оптимального керування, 1998 р.	Професор кафедри прикладної математики, 2001 р.	• Kogut, P., Kohut, Y. & Manzo, R. Existence result and approximation of an optimal control problem for the Perona–Malik equation. - Ricerche di matematica. DOI 10.1007/s11587-022-00730-4/, ISSN: 1827-3491. - V. 73. - 2024. - P. 1945–1962. (зарубіжне видання) (Scopus, Web of Science) https://link.springer.com/article/10.1007/s11587-022-00730-4 • Kogut, P.; Kohut, Y. Optimal Sparse Control Formulation for Reconstruction of Noise-Affected Images. - Axioms. DOI 10.3390/axioms12121073, ISSN-2075-1680. - V. 12. - № 12 - 2023 - P. 1-22. (зарубіжне видання) (Scopus, Web of Science) https://www.mdpi.com/2075-1680/12/12/1073 • P.I. Kogut, O.P. Kupenko, G. Leugering On Boundary Null Contrtollability of Strongly Degenerate Hyperbolic Systems on Star-Shaped Planar Networks. - Journal of Optimization, Differential Equations and Their Applications, DOI 10.15421/142110, ISSN (on-line)

1	2	3	4	5	6
					2663-6824. - V. 29. - № 2. - 2021. - Р. 92-118. (фахове видання категорії А) (Scopus) https://model- dnu.dp.ua/index.php/SM/article/view/ 166

Результати голосування:

«За» – 40 осіб ,

«Проти» – немає,

«Утримались» – немає.

Голова
наукового семінару

Секретар

Олена КІСЕЛЬОВА**Олександр КУЗЕНКОВ**