

Звіт про наукову роботу
кафедри математичного моделювання за 2023 р.

1. Кафедральна тема.

Назва: Математичне та комп'ютерне моделювання динамічних процесів, що описуються детермінованими і стохастичними диференціально-функціональними та еволюційними рівняннями, і їх застосування.

Науковий керівник (наукова ступінь, звання, посада) – доктор фізико-математичних наук, професор, завідувач кафедри математичного моделювання Черевко І.М.

Термін виконання: 2021-2025 рр.

Кількість виконавців – 24, з них докторів – 2, кандидатів – 16, аспірантів – 5.

2. Наукові результати отримані при виконанні теми у звітному році

– Отримано достатні умови існування та єдиності розв'язку крайової задачі для інтегро-диференціальних рівнянь із багатьма сталими запізненнями.

– Обґрунтовано схему апроксимації розв'язку крайової задачі для нелінійних інтегро-диференціальних рівнянь нейтрального типу з багатьма відхиленнями аргументу за допомогою кубічних сплайнів дефекту два. Розглянуто модельний приклад, який ілюструє запропоновану схему апроксимації.

– Обґрунтовано ітераційну схему апроксимації крайової задачі для інтегро-диференціального рівняння із багатьма сталими запізненнями послідовністю крайових задач для спеціальної системи звичайних диференціальних рівнянь.

– Запропоновано алгоритми дослідження на стійкість систем лінійних диференціально-різницевих рівнянь з багатьма запізненнями та знаходження верхньої межі запізнення для якої зберігається стійкість системи із запізненням.

– Побудовано схеми апроксимації диференціально різницевих рівнянь підвищеної точності та розглянуто їх застосування до задач стійкості лінійних систем із запізненням.

– Запропоновані та обґрунтовані різницеві схеми для числового моделювання початкових задач для диференціальних рівнянь із багатьма запізненнями, які є узагальненнями класичних різницевих схем Ейлера.

– Розроблено веб-додаток для автоматизації моделювання динамічних SIR моделей із запізненням, що описують Covid-19 пандемію. Проведені числові експерименти для модельних тестових прикладів дозволили встановити співвідношення для появи спалахів інфекції та її стабілізації.

– Вивчено різні стратегії для боротьби з епідемією COVID-19, включаючи соціальне дистанціювання, локдауни та медичне лікування за допомогою методів навчання з підкріпленням та нейронних мереж.

– Запропоновано вдосконалення мультиагентної системи для моделювання поширення вірусної інфекції COVID-19. Застосовано метод “Multi-agent reinforcement learning” для моделювання взаємодії поширення вірусу в динамічному середовищі.

– Запропоновано алгоритми наближеного знаходження неасимптотичних коренів квазіполіномів за допомогою яких знайдено допустимі значення запізнення, для яких рівняння із запізненням є асимптотично стійким.

– Доведена теорема про коректну розв'язність задачі Коші для систем, параболічних за Ейдельманом першого порядку за часовою змінною у негативних просторах Гельдера.

– Досліджено властивості об'ємного потенціалу, породженого фундаментальним розв'язком задачі Коші для виродженого рівняння типу Колмогорова зі зростаючими коефіцієнтами в групі молодших членів. Доведено теореми про коректну розв'язність задачі Коші для заданого рівняння в класах обмежених та зростаючих функцій.

– Досліджено асимптотичну стійкість у середньому квадратичному тривіального розв'язку дифузійних стохастичних диференціально-функціональних рівнянь Гіхмана–Іто в термінах власних значень матриці B , яка побудована з коефіцієнтів цих рівнянь.

– Розглянуто основні етапи розробки комп'ютерної системи підтримки прийняття рішень у сфері екологічної безпеки. Проаналізовано ключові чинники забруднення навколишнього середовища внаслідок екологічних і техногенних катастроф. Запропоновано методи кількісної оцінки функції ризику.

– Отримані достатні умови усереднення для СДФР зі скінченною післядією під дією зовнішніх випадкових збурень.

– Доведено існування як завгодно великого скінченного числа періодичних розв'язків автономної параболічної системи диференціальних рівнянь із малою дифузією на колі. Вивчено питання існування та стійкості біжучих хвиль параболічної системи диференціальних рівнянь із запізненням аргументу та малою дифузією. Використано метод інтегральних многовидів.

– Досліджено стійкість лінійних автономних диференціально-різницевих рівнянь. Побудовано області стійкості рівнянь із багатьма запізненнями. Використано принцип аргументу, метод D -розбиттів і числові методи.

3. Досягнення провідних наукових шкіл за звітний рік.

На факультеті математики та інформатики функціонує наукова школа з диференціально-функціональних рівнянь, до якої входять провідні науковці кафедри математичного моделювання. За звітний рік можна відмітити такі досягнення:

Отримано достатні умови існування та єдиності розв'язку крайової задачі для інтегро-диференціальних рівнянь із багатьма сталими запізненнями.

Обгрунтовано ітераційну схему апроксимації крайової задачі для інтегро-диференціального рівняння із багатьма сталими запізненнями послідовністю крайових задач для спеціальної системи звичайних диференціальних рівнянь.

Запропоновано алгоритми дослідження на стійкість систем лінійних диференціально-різницевих рівнянь з багатьма запізненнями та знаходження верхньої межі запізнення для якої зберігається стійкість системи із запізненням.

Вивчено питання існування та стійкості біжучих хвиль параболічної системи диференціальних рівнянь із запізненням аргументу та малою дифузією за допомогою методу інтегральних многовидів.

Досліджено асимптотичну стійкість у середньому квадратичному тривіальному розв'язку дифузійних стохастичних диференціально-функціональних рівнянь Гіхмана–Іто в термінах власних значень матриці \mathbf{B} , яка побудована з коефіцієнтів цих рівнянь.

Вивчено різні стратегії для боротьби з епідемією COVID-19, включаючи соціальне дистанціювання, локдауни та медичне лікування за допомогою методів навчання з підкріпленням та нейронних мереж.

4. Перелік (вказати конкретні назви):

– захищених дисертацій співробітниками, аспірантами і докторантами – дисертація «Апроксимація початкових і крайових задач для диференціально-функціональних рівнянь та їх числове моделювання» аспірантки кафедри Візінської І.І. на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 113 – Прикладна математика (науковий керівник: Черевко Ігор Михайлович, доктор фізико-математичних наук, професор, завідувач кафедри математичного моделювання) прийнята до захисту на разовій спеціалізованій вченій раді ДФ 76.051.036;

- виготовлених макетів приладів - ,
- створених нових методик - ,
- технологій - ,
- експериментальних зразків матеріалів - ;
- виставкових експонатів - ,

5. Міжнародне наукове та науково-технічне співробітництво:
інформація про співпрацю з науковими закладами та фірмами, наукове стажування, контракти, результати співпраці:

1. В рамках меморандуму про співпрацю між Чернівецьким національним університетом імені Юрія Федьковича та Luxembourg Institute of Health 20.01.2023 відбулась зустріч завідувача кафедри математичного моделювання проф. Черевка І.М. та Dr. P. Nazarova (Group Leader Platform Bioinformatics, Group Leader Multiomics Data Science, h=20). Dr. P. Nazarov розповів про роботу дослідницької групи MODAS (Multiomics Data Science) в галузі біоінформатики та аналізу геномних даних, якою він керує з 2019 року.

Під час зустрічі було обговорено питання про подальшу співпрацю з використання статистичних методів, методів машинного навчання та різних підходів до аналізу даних в медицині, імунології та інших прикладних галузях.

У рамках цієї співпраці 14 березня 2023 р. відбувся науковий семінар кафедри математичного моделювання ЧНУ, на якому з науковою доповіддю "Data Analysis and Modelling in Multi-Omics" виступив керівник Bioinformatics platform Люксембурзького інституту здоров'я Dr. Petr Nazarov.

2. 13 січня 2023 року завідувач кафедри математичного моделювання, проф. Черевко І.М. на запрошення проф. Patrick Henaff відвідав Universite De Lorraine в Nancy (Франція). Відбулась зустріч з проф. Antoine Henrot (head department of applied mathematics and industrial engineering) та проф. Patrick Henaff (researcher in the NeuroRhythms Team). Були обговорені питання спільних майбутніх досліджень з напрямків індустріальної інформатики та її застосувань, методики викладання студентам технологій машинного навчання з використанням згорткових нейронних мереж та їх застосувань до задач обробки експериментальних даних. Укладено договір між Universite De Lorraine в Nancy (Франція) та ЧНУ про можливі стажування викладачів та аспірантів факультету математики та інформатики ЧНУ, студентської активності за програмою Erasmus+.

3. Виконувався договір про науково-технічне співробітництво з ІТ-компанією "Redfountain Limited" (Утрехт, Нідерланди) в галузі програмної інженерії: залучались провідні фахівці компанії (Мазурок Сергій, Квасецький Ярослав, Кусяк Володимир, Артур Коньяков) до розробки нових навчальних курсів, рецензування кваліфікаційних робіт та вдосконалення магістерської програми «Інформаційні технології та управління проектами», студенти кафедри проходили виробничу практику в Українській філії фірми (м. Чернівці).

4. Здійснювалось науково-технічне співробітництво з компаніями Yukon SoftWare, SoftServe, E-Logic, Global IT Support, Solvd, Sapient Pro в області сучасних інформаційних технологій: Веб-програмування, розробка програмних додатків для мобільних пристроїв, нейронні мережі, контроль якості ПЗ.

5. У рамках співпраці з міжнародними ІТ-компаніями, на заняття з профорієнтованих дисциплін були запрошені лектори: Цуркан Д. (регіональний партнер Solvd в Україні); Дворянов Б., Панчук К. (SapientPro); Квасецький Я. (Yukon Software); Ващенко О., Вінничук І., Ілащук А., Матвєєва Ю. (SoftServe); Ткаченко О., Василець Ю. (Eram).

Сумісно із ІТ Cluster "Chernivtsi IT Community" проведено онлайн День ІТ на кафедрі математичного моделювання 20 травня 2023 р та відкриту онлайн-олімпіади з інформатики для учнів середніх навчальних закладів західних областей України.

6. Доценти Готинчан Т.І., Івасюк Г.П., Пасічник Г.С., Фратавчан Т.М. отримали сертифікати від ІТ-компанії SoftServe, Inc. за успішне проходження курсу "TECH SUMMER BOOTCAMP FOR TEACHERS" (26 липня –

01 вересня 2023 р.).

7. Викладачі Готинчан Т.І., Дорош А.Б., Івасюк Г.П., Пасічник Г.С., Піддубна Л.А., Фратавчан Т.М., Черевко І.М., Юрченко І.В. отримали сертифікати від Sigma Software University за успішне проходження курсу «SSWU TCHR002: TEACHERS` SMARTUP: WINTER PRODUCTIVITY» (23-27 січня 2023 р.).

8. Викладачі Горбатенко М.Ю., Готинчан Т.І., Дорош А.Б., Піддубна Л.А., Черевко І.М., Юрченко І.В. отримали сертифікати від Sigma Software University за успішне проходження курсу «SSWU : TEACHERS` SMART UP: SUMMER EDITION» (17-21 липня 2023 р.).

9. Доцент кафедри Клевчук І.І. пройшов онлайн стажування в Малопольській школі державного управління економічного університету в Кракові (м. Краків, Польща) з 6 лютого по 17 березня 2023 року.

10. Доцент кафедри Горбатенко М.Ю. пройшов наукове стажування 20-23.06.2023 р. на XXIV International Scientific and Practical Conference «INFORMATION AND INNOVATIVE TECHNOLOGIES IN EDUCATION IN MODERN CONDITIONS», Varna, Bulgaria, 24 год. (0,8 кредитів ECTS)

11. Викладачі кафедри – учасники об'єднання Computer Vision Foundation – Черевко І.М., Горбатенко М.Ю., Готинчан Т.І., Дорошенко І.В., Івасюк Г.П., Іліка С.А., Караванова Т.П., Клевчук І.І., Кушнірчук В.Й., Матвій О.В., Пасічник Г.С., Періцов А.С., Піддубна Л.А., Фратавчан Т.М., Юрченко І.В.

6. Конференції, семінари.

Міжнародна наукова конференція «Математика та інформаційні технології», присвячена 55-річчю факультету математики та інформатики (28-30 вересня 2023 року, Чернівці). Кількість країн-учасниць – 12; учасників > 500.

Кушнірчук В.Й. – заступник голови організаційного комітету.

Пасічник Г.С. – вчений секретар конференції.

Черевко І.М., Піддубна Л.А., Івасюк Г.П., Фратавчан Т.М. – члени оргкомітету.

Напрямки роботи конференції:

- Диференціальні та диференціально-функціональні рівняння.
- Математичне моделювання та інформаційні технології.
- Теорія функцій і функціональний аналіз.
- Алгебра і топологія.
- Актуальні питання методики навчання математики та інформатики.

7. Інтелектуальна власність (кількість поданих заявок на винаходи, корисні моделі, отриманих патентів на винаходи, корисні моделі, отриманих свідоцтв про реєстрацію про реєстрацію авторських прав).

8. Матеріали для реклами досягнень підрозділу – Готинчан Т.І.
Основи веброзробки: HTML і CSS. Частина 1 : навчальний посібник / Т.І. Готинчан. – Чернівці : Чернівецький нац. ун-т, 2023. – 208 с.

9. Відомості про науково-дослідну роботу та інноваційну діяльність студентів, молодих учених:

Перелік наукових гуртків та кількість студентів, які беруть участь у роботі, їх досягнення:

– гурток для студентів факультету математики та інформатики «Розв’язування олімпіадних задач з інформатики» (30 студентів). Керівники - Караванова Т.П., Косован В.М.

Учасники гуртка щороку беруть активну участь у Міжнародній студентській олімпіаді з програмування ACM / ICPC. У 2023 році у **I етапі олімпіади** (м. Чернівці, 30.09.2023) брали участь 8 команд від кафедри, 4 з яких вибороли призові місця:

I місце: CHNU_FMI_Tribunal (Andrii Vakariuk, Oleksandr Marianchuk, Mariia Venhryniuk, тренер - Tetiana Karavanova)

II місце: CHNU_FMI_Sofa_Nerd (Ivan Kyrlan, Valentyn Vikovan, Mykhailo Kiiashchenko, тренер - Tetiana Karavanova)

III місце: CHNU_FMI_eco:Club (Volodymyr Melnyk, Stanislav Chekhovskii, Maksym Vuchyniuk, тренер - Tetiana Karavanova)

III місце: Chnu_fmi_111/101 (Oleksandr Kushnir, Kyryl Kravtsov, Oleksandr Dubchak, тренер - Vasyl Kosovan).

По Південно-західному регіону України команда CHNU_FMI_Tribunal (Андрій Вакарюк, Олександр Мар'янчук, Марія Венгринюк, тренер - Тетяна Караванова) посіла **абсолютне перше місце**.

У **II етапі Міжнародної студентської олімпіади з програмування ACM / ICPC 2023** (1/4 першості світу, 28.10.2023 р.) брали участь 3 команди від кафедри, одна з яких виборола призове місце та проходить у півфінал світу (європейський регіон): **II місце:** CHNU_FMI_Tribunal (Андрій Вакарюк, Олександр Мар'янчук, Марія Венгринюк, тренер - Тетяна Караванова). Серед класичних університетів команда CHNU_FMI_Tribunal посіла **I місце**.

Дві команди від кафедри: «CHNU_FMI_Tribunal» (Вакарюк А.Р., Мар'янчук О.О., Нікіта А.В., тренер – Караванова Т.П.) та «CHNU_FMI_Eco:Club» (Мельник В.О., Чеховський С.І., Бичинюк М.М., тренер – Караванова Т.П.) брали участь у **Шістнадцятій міжнародній відкритій олімпіаді з програмування імені С.О. Лебедєва – В. М. Глушкова «KPI-OPEN 2023»**.

Впровадження результатів дипломних робіт:

Продовжувалась робота над розробкою та тестуванням веб-додатку для запису дітей на реабілітацію через глобальну мережу Інтернет, розробленого на замовлення Буковинського центру комплексної реабілітації дітей з інвалідністю «Особлива дитина» (студенти Петрусяк М.П., Івасюк Р.В.).

Розроблений Захаруком І.В. портал для автоматизації проведення оцінювання ІТ-спеціалістів, впроваджений в роботу ТОВ "Sharp Minds UA".

Розроблений студенткою Клапащук А.В. програмний продукт успішно апробований та впроваджений у використання у ТОВ "Стиль-Люкс".

CRM-система "BoOl" надання сервісу з ремонту техніки, розроблена студенткою Швед Ю.О., впроваджена в роботу "Комп'ютерного центру" ПП Швед О.М.

Проведені на базі університету олімпіади, студентські наукові конференції:

17 студентів кафедри брали участь у студентській науковій конференції Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича (25-27 квітня 2023 року). Організацію роботи конференції на факультеті математики та інформатики забезпечує доц. Пасічник Г.С.

У березні-травні 2023 р. кафедра математичного моделювання ЧНУ за підтримки ІТ Cluster "Chernivtsi IT Community" провела 3 етапи відкритої онлайн-олімпіади з інформатики для учнів середніх навчальних закладів західних областей України.

Виступи на всеукраїнських і міжнародних конференціях (вказати кількість доповідей за участю студентів і назви конференцій):

Міжнародна наукова конференція «Сучасні проблеми механіки та математики – 2023» (23–25 травня 2023 р., Львів) – 2 доповіді аспірантів (Щур Т.В., Косович І.Т.).

Міжнародна наукова конференція «Математика та інформаційні технології», присвячена 55-річчю факультету математики та інформатики (28-30 вересня 2023 р., Чернівці) – 5 доповідей аспірантів (Тузик І., Гаюк І., Гритчук М., Косович І., Щур Т.), 3 - доповіді студентів (Буйновський В., Дробот А., Щур О.).

Отримані нагороди у II етапі Всеукраїнської студентської олімпіади, всеукраїнських та міжнародних конкурсах студентських наукових робіт, чемпіонатах різних рівнів, мистецьких конкурсах, стипендії, гранти тощо (прізвища переможців, чемпіонів).

Призові місця на I етапі Всеукраїнського конкурсу студентських наукових робіт з галузей знань і спеціальностей (20 березня 2023 року):

Секція "Комп'ютерні науки":

Диплом I ступеня: Циганаши Вадим Віталійович (керівник - асистент Дорош А.Б.) "Створення настільного застосунку для визначення жанру книжок"

Диплом II ступеня: Щур Олександр Іванович (керівник - асистент Дорош А.Б.) "Створення мобільного застосунку для моніторингу відвідуваності студентів та розкладу"

Секція "Інформаційні системи і технології":

Диплом I ступеня: Головач Дмитрій Миколайович (керівник - доцент Івасюк Г.П.) "Розробка гри в середовищі Unity 3D "Морський бій""

Диплом II ступеня: Білецька Анастасія Сергіївна, Близнюк Галина Василівна (керівник - асистент Іліка С.А.) "SMM кафедри математичного моделювання в соціальних мережах"

Секція "Інженерія програмного забезпечення":

Диплом I ступеня: Яковець Дмитро Григорович (керівник - асистент Дорош А.Б.) "Створення фреймворку для розробки 2D мультимедійних застосунків"

Диплом II ступеня: Мельник Олег Андрійович (керівник - професор Черевко І.М.) "Проектування програмного забезпечення для управління пристроями на ОС Windows за допомогою веб-камери"

10. Грантова діяльність.

11. Інформація щодо створених навчально-наукових підрозділів.

Завідувач кафедри

Ігор ЧЕРЕВКО