

## **День науки 2020 на факультеті комп'ютерних наук та кібернетики**

В Україні День науки був встановлений Указом № 145/97 від 14-го лютого 1997-го року діючого на той момент Президента України і відзначається у третю суботу травня. У цьому році ми відзначаємо День науки 16 травня.

Традиційно науковці Київського національного університету імені Тараса Шевченка відзначають цей день науковими конференціями, круглими столами, семінарами, різноманітними відкритими лекціями та науковими заходами. Та 2020 рік видався відмінним від інших – карантинні заходи для запобігання розповсюдження інфекції COVID-19, дистанційне викладання та наукова діяльність. Тут впору розгубитися й опустити руки. Проте науковці Університету не звикли коритися викликам сьогодення. Тож цьогорічний День науки обов'язково буде відзначений!

Викладачі та наукові працівники факультету комп'ютерних наук та кібернетики активно займаються науковою роботою, продукують нові ідеї, працюють над їх реалізацією у рамках існуючих науково-дослідних робіт та готують нові проекти для конкурсів. Давайте з'ясуємо, над якими завданнями працюють зараз працівники кафедр факультету.

### **Кафедра математичної інформатики – до Дня науки 2020**

Протягом останніх років колектив кафедри математичної інформатики брав участь у ряді наукових проектів, в результаті яких були розроблені логіко-алгоритмічні методи дослідження формальних моделей природних мов та створені нові технології комп'ютерно-лінгвістичної обробки текстів на природній мові, були закладені основи трансформерних технологій для нової вітчизняної наукоємної робототехнічної продукції медичного призначення, був створений інтернет-портал інформаційних освітніх і наукових ресурсів, були проведені дослідження та програмна реалізація алгоритмів факторизації багаторозрядних модулів (підвищення швидкодії обробки надвеликих чисел).

З ініціативи кафедри та Samsung Electronics Ukraine Company на факультеті була створена спільна навчально-дослідницька лабораторія, основними напрямками досліджень якої є розробка: нових алгоритмічних платформ для створення автоматизованих систем комп'ютерного моделювання та візуалізації; нових графічних застосувань: для мобільних пристроїв (морфінг, трансформація та деформація 3D об'єктів); моделювання в ортопедії, реабілітології, біології; систем комп'ютерного зору; доповненої реальності, інтелектуальних систем для автомобілів; захисту інформації; систем штучного інтелекту (розпізнавання текстів природних мов). Результати досліджень співробітників кафедри реалізовані в 10 спільних з компанією Samsung проектах.

Багаторічна співпраця співробітників кафедри з Центром медичної реабілітації та санаторного лікування «Пуща-Водиця» Міністерства оборони

України сьогодні продовжується в рамках виконання держбюджетної теми «Розробка єдиного програмно-алгоритмічного середовища візуалізації та комп'ютерного моделювання для створення систем оздоровлення військовослужбовців». Розроблено нову алгоритмічну модель для створення систем візуалізації та комп'ютерного моделювання нового покоління із широким спектром застосування в провідних галузях народного господарства та вирішення завдань безпеки військовослужбовців. За цією тематикою у 2019 році захищено кандидатську дисертацію Коцура Д.В.

### **Наукові досягнення кафедри обчислювальної математики**

Фундаментальні дослідження за темою «Математичне моделювання та оптимізація динамічних систем для оборони, екології та медицини» (науковий керівник – член-кореспондент НАН України, доктор фіз.-мат. наук, професор С.І. Ляшко) здійснюються за трьома напрямками.

Перший напрямок – дослідження та комп'ютерна реалізація математичних моделей екології. В межах цього напрямку розвинуто моделі і методи узагальненої оптимізації конвективної дифузії. Досліджено математичні моделі нестационарних процесів фільтрації багатозфазних потоків для відокремлених рідин, які не змішуються між собою, в пористих середовищах з періодичною структурою, утворених великою кількістю «блоків», що мають слабку проникність, та розділених зв'язною системою «розломів» з високою проникністю. Для таких осереднених систем доведені теореми про збіжність розв'язків початково-крайової задачі для системи рівнянь Маскета-Леверета.

Другий напрямок – побудова та обґрунтування нових економних методів для варіаційних та квазіваріаційних нерівностей. Розробка і дослідження цих методів проводяться з використанням сучасних досягнень опуклого аналізу. Ці методи застосовуються в задачах машинного навчання на прикладах медичної діагностики.

Третій напрямок – оборонний. За цим напрямком були розроблені комп'ютерні алгоритми для визначення моментів інерції тіл різної конфігурації. Ці алгоритми застосовуються в артилерійських розрахунках.

Таким чином, фундаментальні розробки за темою мають як високу теоретичну цінність, так і важливе практичне застосування для захисту оточуючого середовища, медицини та оборони.

У подальшому науковцями кафедри будуть розроблені алгоритми мінімізації функцій надвеликої кількості змінних та дослідження задач навчання нейронних мереж різної архітектури, алгоритми для комп'ютерної реалізації осереднених моделей багатозфазної дифузії в пористих середовищах, монотонна різницева схема для нестационарного рівняння конвекції-дифузії-реакції, а також модель зовнішньої балістики для тіла, стабілізованого оперенням з урахуванням моментів інерції.

У поточному році співробітники кафедри обчислювальної математики отримали відзнаки Міністерства освіти і науки України. Зокрема, завідувач кафедри Сергій Іванович Ляшко був нагороджений Почесною грамотою МОН України, а професори Ключин Дмитро Анатолійович, Семенов Володимир Вікторович та Рубльов Богдан Владиславович разом із доцентом Анікушиним Андрієм Валерійовичем отримали Подяку МОН України.

### **Вагомі математичні результати співробітників кафедри дослідження операцій**

На кафедрі виконується науково-дослідна робота «Асимптотичний та структурний аналіз стохастичних моделей динаміки популяцій» (науковий керівник – доктор фіз.-мат. наук, професор О.М. Іксанов). Науковцями кафедри дослідження операцій отримано важливі наукові результати, які мають численні застосування у біології та генетиці, у фінансовій та страховій сферах:

1. Розвинено теорію глобально збурених випадкових блукань, а також пов'язаних з ними випадкових процесів: процесів дробового ефекту та їхніх узагальнень, випадкових рядів, породжених лінійними рекурсіями. та ін.
2. Детально вивчено мартингал Біггінса (як з дійсними, так і комплексними параметрами) та мартингал-похідну, пов'язані з гіллястими випадковими блуканнями, та мартингал Нермана, пов'язаний з гіллястими процесами Крампа-Мода-Ягерса. Зокрема, доведено функціональні граничні теореми та закони повторного логарифма.
3. Запропоновано нові методи аналізу і, як наслідок, досягнуто значного прогресу у дослідженні нескінченних схем зайнятості у випадковому середовищі. Введено та детально вивчено послідовність вкладених нескінченних схем зайнятості у випадковому середовищі. Завершено побудову теорії ґраток Бернуллі, що є окремим прикладом згаданих вище схем.
4. Із застосуванням великої кількості різних методів дано вичерпний аналіз асимптотичної поведінки коалесцентів з множинними зіткненнями – випадкових процесів, що мають численні застосування у біології та генетиці.
5. Проведено повний асимптотичний аналіз поведінки випадкових блукань у помірно та сильно розріджених випадкових середовищах.
6. Досліджено властивості сферичних опуклих оболонок випадкових точок на сфері, встановлено, що для них має місце ряд принципово нових феноменів, що не мають аналогів в евклідовій геометрії.
7. Введено та досліджено новий клас ймовірнісних моделей - випадкові просіювання, що пов'язує моделі вибору лідера, теорію випадкових ітерованих функцій та їх нерухомих точок, та класичну теорію гіллястих процесів.

8. Побудовано розв'язки класу кінетичних рівнянь молекулярно-кінетичної теорії газів за допомогою гіллястих випадкових блукань у неперервному часі. За допомогою встановленого зв'язку досліджено асимптотику розв'язків таких рівнянь.

9. Доведено теореми, які описують розв'язки проблеми великих відхилень для процесів з незалежними приростами з перемиканнями в схемі подвійного укрупнення.

10. Доведено теореми щодо асимптотичних розкладів функціоналів від напівмарківської випадкової еволюції в схемі дифузійної апроксимації.

11. Досліджено асимптотичну поведінку еволюційних систем з малим випадковим впливом в схемі апроксимації Леві, доведено результати стосовно асимптотичної дисипативності таких систем.

12. Побудовано та досліджено модель інформаційної боротьби в умовах міграції.

13. Проведено дослідження асимптотичної поведінки з ймовірністю один екстремальних значень незалежних випадкових величин. Зокрема, для випадкових величин з неперервним розподілом доведено закони подвійного та потрійного логарифму, що, в основному, завершують побудову теорію, що була ініційована у 60-70-х рр. роботами Дж. Піккендса, Л. де Хаана та ін. Для випадкових величин з дискретним розподілом побудована більш-менш завершена теорія.

14. Доведено граничні теореми про збіжність екстремальних значень регенеруючих процесів при нелінійному перетворенні часу до експоненційного розподілу. Встановлено оцінки швидкості збіжності.

15. Знайдено спосіб продовження міри без застосування зовнішньої міри. Доведено ергодичну теорему для узагальнених процесів Орнштейна – Уленбека. Знайдено умови існування граничного одновимірного розподілу узагальненого процесу Орнштейна – Уленбека і сам цей розподіл.

16. Доведено незалежність класу ізоморфізму деформацій Ріффеля тензорних добутків алгебр Кунца від параметру деформацій. Описано групу розширень цих алгебр за допомогою максимального ідеалу, ізоморфного алгебрі компактних операторів. Розпочато дослідження багатопараметричних деформацій Ріффеля тензорних добутків алгебр Кунца та алгебр Кунца-Тьопліца.

### **Кафедра системного аналізу та теорії прийняття рішень – лідер з проведення міжнародних конференцій**

Співробітники виконують фундаментальну науково-дослідну роботу «Розробка нових математичних методів аналізу та оптимізації систем в умовах невизначеності». В рамках цієї роботи:

- розвинено конструктивні методи оцінювання станів систем, що описуються рівняннями математичної фізики та імпульсними звичайними диференціальними рівняннями в умовах невизначеності;
- оптимізовано динамічні процеси за різними критеріями якості;
- розвинено ефективні методи оптимального керування нескінченновимірними системами в умовах невизначеності.

Отримані наукові результати можуть бути використані при розв'язанні різноманітних задач гарантованого оцінювання, оптимізаційних задач та задач керування. Розроблені математичні методи дають можливість створити нові алгоритми для аналізу та синтезу систем, що функціонують в умовах невизначеності, для побудови тренажерів та моделюючих комплексів з метою підвищення якості функціонування об'єктів різного призначення.

Кафедра активно долучена до підготовки кадрів високої кваліфікації – докторів філософії та докторів наук за спеціальністю «Системний аналіз». Так, за два останніх роки захищено 6 кандидатських та 1 докторська дисертації.

Кафедра проводить щорічну Міжнародну конференцію «Проблеми прийняття рішень в умовах невизначеності» (<http://pdmu.univ.kiev.ua/>), на якій представляють свої наукові результати як визнані фахівці у галузі прикладної математики та системного аналізу, так і молоді науковці. Зазвичай конференція відбувається у мальовничих куточках не лише України, а й Грузії, Азербайджану, Чехії, Єгипту, Литви. У цьому році конференція також відбудеться обов'язково!

### **Співробітники кафедри прикладної статистики оцінюють вплив соціально-економічних факторів на здоров'я серця**

Засобами багатовимірного статистичного аналізу було оцінено вплив соціально-економічного середовища на здоров'я серця.

У своїх дослідженнях автори базуються на статистичних даних по 81 соціально-економічному показнику в 18 сільських районах Хмельницької області України. У кожному районі є вибірка з місцевих жителів і для кожного елемента вибірки відомі 110 показників електрокардіограми. Додатково є контрольна вибірка, у елементів якої показники електрокардіограми знаходяться в нормі.

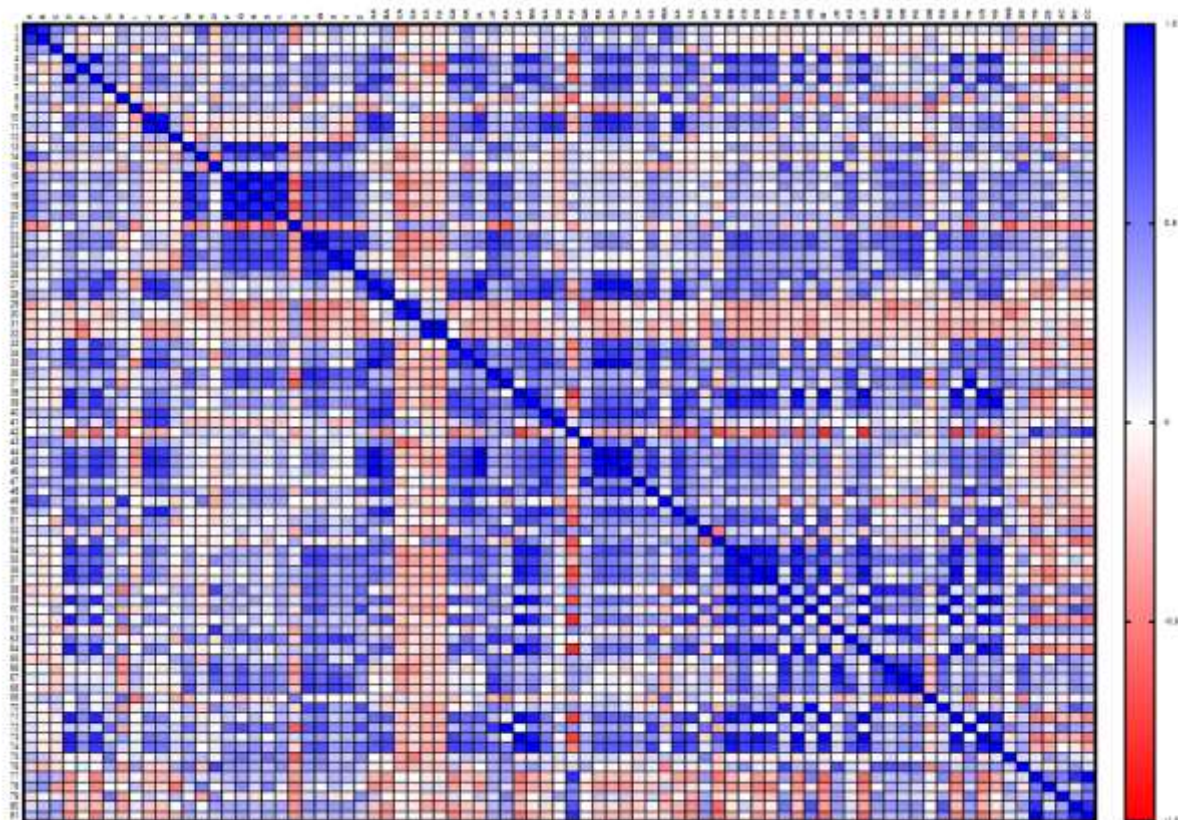


Рисунок 1. Матриця кореляції між соціально-економічними факторами.

Для кожного району обчислено відстань Махаланобіса  $D_i$ , між контрольною вибіркою і вибіркою з жителів цього району: Білогірський 3,094, Волочиський 1,96, Городоцький 4,93, Дунаєвецький 3,101, Ізяславський 3,125, Кам'янець-Подільський 3,4413, Красилівський 3,19, Летичівський 3,2456, Новоушицький 3,1508, Полонський 5,381, Славутський 2,9586, Старокостянтинівський 2,9287, Старосинявський 3,439, Теофіпольський 3,694, Хмельницький 3,255, Чемеровецький 3,2989, Шепетівський 2,907, Ярмолинецький 4,054. Цей інтегральний показник характеризує ступінь відхилення стану серця від норми.

На основі масиву статистичних даних проведено обчислення, які показують, що чотири головних компоненти містять майже 70% інформації про стан соціально-економічного середовища.

Дослідження проводяться спільно з науковцями Інституту кібернетики імені В.М.Глушкова НАН України.

### **Кафедра теорії та технології програмування**

Колектив кафедри працює над вирішенням теоретичних та практичних проблем розробки програмного забезпечення. За роки існування кафедри було розроблено низку підходів до дослідження програмних систем, побудови їх



формальних моделей, перевірки властивостей програм на основі програмних логік.



Кафедра ТП у співпраці з провідними українськими та зарубіжними університетами та науковими установами проводить щорічні міжнародні конференції, започатковані півтора десятиліття тому. Це – Theoretical and Applied Aspects of Program Systems Development (TAAPSD), International Conference on ICT in Education, Research, and Industrial Applications (ICTERI) та International Conference “Mathematical Foundations of Informatics (MFOI)”, Українська конференція «Логіка та її застосування» (UCLA)

Кафедра проводить регулярний науковий семінар з проблем програмування, на якому заслуховують як сучасні дослідження актуальних питань програмування та пов'язаних галузей, так і доповіді запрошених фахівців, як українських, та і закордонних, в галузі комп'ютерних наук, інформаційних технологій, та інших.

Студенти також долучаються до науково-практичної діяльності. Кафедра підтримує студентів у науковій роботі, допомагаючи готувати якісні статті до фахових журналів та конференцій, а також безпосередньо підтримуючи участь та виступи на міжнародних конференціях.

Студенти, які працюють над проектами на кафедрі ТП та з викладачами і дослідниками кафедри, мають багато нагород різного ґатунку за участь і перемоги у конкурсах, за розробки та досягнення. Вони є переможцями Всеукраїнського конкурсу студентських наукових робіт, хакатонів, Dev Challenge, інших змагань з програмування.

Силами кафедри організовується та проводяться різноманітні хакатони, що посилює зв'язки з індустрією, а також дає можливість познайомитись з актуальними задачами галузі й спробувати студентам свої сили у реалістичних умовах, та відкриває нові горизонти для розвитку учасників і співпраці.

Представництво ACM – Association for Computing Machinery (Асоціації з Обчислювальної Техніки – найбільшої світової спільноти ІТ-фахівців з понад 80 тис. членів по всьому світу, з головним офісом у США) – в Україні базується, фактично, на кафедрі. З 2017 р. головою представництва є доцент кафедри,

кандидат фізико-математичних наук Панченко Тарас Володимирович. Представництво АСМ проводить багато заходів у сфері ІТ, та допомагає у проведенні хакатонів. Це дозволяє студентам отримати додаткові стимули для професійного розвитку (hard skills), а також розвивати гнучкі навички (soft skills), беручи участь в організації таких заходів.

Співробітники кафедри ТТП мають нагороди, відзнаки та дипломи.

М.С. Нікітченко – лауреат Державної премії України в галузі науки та техніки (2003), лауреат премії імені Тараса Шевченка Київського національного університету імені Тараса Шевченка (2010), нагороджений ювілейною медаллю «25 років Академії наук вищої школи України» (2017); С.С. Шкільняк – лауреат Державної премії України в галузі освіти (2018), лауреат премії імені Тараса Шевченка Київського Національного Університету імені Тараса Шевченка (2010), отримав подяку Київського Міського Голови (2004); В.М. Волохов – лауреат Державної премії України в галузі науки і техніки (2018).

### **Кафедра інтелектуальних програмних систем**

Викладачі кафедри плідно працюють у галузі інформаційних технологій. Їх дослідження стосуються таких наукових напрямків:

#### **1. Методи інтелектуалізації комп'ютерних систем з нечіткими/наближеними моделями подання знань та їх застосування**

Досліджуються питання розробки комп'ютерних систем з нечіткими/наближеними моделями подання знань та методи їх інтелектуалізації шляхом навчання, самооцінювання (оцінки достовірності їх власних результатів роботи) та оптимізації ресурсів для розв'язання задач. Прототипами таких систем можуть бути, зокрема, експертні діагностичні системи на основі нейро-розмитих логік, системи розпізнавання образів, інтелектуальні системи керування озброєнням, системи прогнозування, тощо.

#### **2. Розробка теоретичних засад та методів побудови інтелектуальних комп'ютерних систем (баз знань) на основі дескриптивних логік**

Досліджуються питання розробки комп'ютерних систем на підставі сімейства дескриптивних логік для побудови прототипів баз знань. Завдання дослідження полягає у створенні теоретичних засад побудови прототипів баз знань, використовуючи результати лінгвістичного семантико-синтаксичного аналізу з подальшим введенням аксіоматики на концепти та ролі, які описують глибші властивості концептів заданої предметної області шляхом введення термінології та фактів.