

Міністерство освіти і науки України
Національна академія наук України

НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ КОМПЛЕКС
“ІНСТИТУТ ПРИКЛАДНОГО СИСТЕМНОГО АНАЛІЗУ”
НАЦІОНАЛЬНОГО ТЕХНІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ УКРАЇНИ
„КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ”

Р 21

**Цикл наукових праць
“Оптимізаційні методи та
інформаційно-комунікаційні
технології для аналізу та керування
складними процесами і системами”**

Київ
2015

Авторський колектив

БІДЮК Петро Іванович – доктор технічних наук, професор, професор кафедри Навчально-наукового комплексу «Інститут прикладного системного аналізу» Національного технічного університету України "КПІ".

ГАЛБА Євген Федорович – доктор фізико-математичних наук, старший науковий співробітник, провідний науковий співробітник Інституту кібернетики імені В.М.Глушкова НАН України.

КАПУСТЯН Олексій Володимирович – доктор фізико-математичних наук, професор, професор кафедри Київського національного університету імені Тараса Шевченка.

КАСЬЯНОВ Павло Олегович – доктор фізико-математичних наук, доцент, завідувач відділу Навчально-наукового комплексу «Інститут прикладного системного аналізу» Національного технічного університету України "КПІ".

КІСЕЛЬОВА Олена Михайлівна – член-кореспондент НАН України, доктор фізико-математичних наук, професор, Заслужений діяч науки і техніки України, декан факультету прикладної математики Дніпропетровського національного університету імені Олеся Гончара.

КРАК Юрій Васильович – доктор фізико-математичних наук, професор, завідувач кафедри Київського національного університету імені Тараса Шевченка.

КУЛЯС Анатолій Іванович – кандидат технічних наук, старший науковий співробітник, учений секретар Інституту кібернетики імені В.М. Глушкова НАН України.

ЛЕБЕДЕВА Тетяна Тарасівна – кандидат економічних наук, старший науковий співробітник, старший науковий співробітник Інституту кібернетики ім. В.М.Глушкова НАН України

СЕМЕНОВА Наталія Володимирівна – доктор фізико-математичних наук, старший науковий співробітник, провідний науковий співробітник Інституту кібернетики ім. В.М.Глушкова НАН України

СТЕЦЮК Петро Іванович – доктор фізико-математичних наук, завідувач відділу, старший науковий співробітник Інституту кібернетики ім. В.М.Глушкова НАН України



У зв'язку з стрімким розвитком глобального процесу інформатизації суспільства розробка високоефективних інтелектуальних інформаційних технологій та систем, основаних на останніх досягненнях фундаментальних і прикладних наук, є актуальною і складною проблемою.



Важливим напрямком досліджень, пов'язаним з вирішенням цієї проблеми, є розробка ефективних оптимізаційних методів та інформаційно-комунікаційних технологій для аналізу, прогнозування та адаптивного керування складними системами, що виникають при моделюванні технічних та соціо-економічних процесів, зокрема, при прийнятті управлінських рішень на різних рівнях, в бюджетному та макроекономічному прогнозуванні і плануванні, розміщенні об'єктів, проектуванні складних технічних систем, створенні нових засобів обчислювальної техніки та програмного забезпечення різного призначення, комп'ютерних систем моделювання інтелектуальної діяльності людини, створенні інтелектуальних робототехнічних систем та ін.

Мета досліджень та наукова новизна

Метою досліджень є

розроблення ефективних оптимізаційних методів та інформаційно-комунікаційних технологій для аналізу, прогнозування та адаптивного керування складними системами, що виникають при моделюванні технічних та соціо-економічних процесів.

Об'єднання наукових праць у єдиний цикл обґрунтовується

дослідженням у них спільних актуальних наукових проблем та в побудові нових ефективних методів аналізу і розв'язання оптимізаційних задач, інтелектуального аналізу даних.

Мета досліджень та наукова новизна

Наукова новизна одержаних результатів полягає у:

створенні системного математичного інструментарію для якісного та конструктивного поглибленого дослідження математичних моделей нелінійних керованих процесів та полів різної природи;

створенні теоретичних основ і математичного апарату дослідження коректності та ефективного розв'язування різних класів задач дискретної оптимізації за умов багатокритеріальності, наявності можливих збурень, керованості і невизначеності вхідних даних;

створенні математичної теорії аналізу та розв'язування неперервних задач оптимального розбиття;

встановленні фундаментальних властивостей зважених псевдо-обернених матриць, які стали теоретичною основою побудови та дослідження методів розв'язування некоректних задач лінійної алгебри;

якісному та конструктивному дослідженні довгострокових та короткострокових прогнозів функцій стану еволюційних систем в теорії передачі сигналів, теорії надпровідності, хімічній кінетиці, гідродинаміці, математичній біології та економіці;

створенні загального підходу до побудови наближених оптимальних регуляторів для теплових, дифузійних і хвильових керованих процесів в мікронеоднорідних середовищах;

створенні теорії математичного моделювання, оптимальної фільтрації та оптимального адаптивного керування елементами і системами великих космічних конструкцій з лінійними та нелінійними динамічними характеристиками;

розробленні ефективних оптимізаційних методів розв'язання задач планування станів та проектування просторових кінематичних схем маніпуляційних роботів, у тому числі методів проектування оптимальних структур маніпуляційних роботів для виконання завдань з певного класу;

розробленні вперше в Україні унікальної інформаційної технології для моделювання та вивчення української жестової мови;

створенні вперше в Україні системи автоматичної діагностики суднових енергетичних установок на основі методів інтелектуального аналізу даних.



Основні досягнення. У галузі математичних методів оптимізації

У галузі математичних методів оптимізації створено математичний інструментарій для якісного та конструктивного дослідження математичних моделей нелінійних керованих процесів та полів різної природи, що включає в себе теорію диференціально-операторних рівнянь та включень для задач аналізу міждисциплінарних даних, теорію глобальних та траєкторних атракторів багатозначних динамічних процесів на розв'язках нелінійних еволюційних рівнянь та включень, мульти- та хеміваріаційних нерівностей.

Для процесів екології та енергетики, складних процесів інтенсивного тепло- та масопереносу з великими градієнтами та швидкими змінами в часі розв'язано проблему адекватного вибору математичної моделі досліджуваного процесу, яка з одного боку з допустимою точністю описує залежність між визначальними параметрами задачі, а з іншого боку вкладається в розроблений математичний апарат, який забезпечує необхідні якісні властивості для шуканих розв'язків та дозволяє, зокрема, коректно прогнозувати функції стану вихідної математичної моделі і вивчати її чисельно.

Досліджено ефекти, пов'язані з вивченням турбулентних потоків в'язкої нестислої рідини, механічних ефектів квантової механіки, ефектів, пов'язаних з розповсюдженням вібро-, гідро-, сейсмоакустичних хвиль, керуванням різноманітними технологічними процесами, для яких функції стану підкоряються нерегулярним або випадковим законам.

Розроблена загальна теорія глобальних атракторів многозначних динамічних процесів, в рамках якої для широких класів дисипативних моделей в теорії передачі сигналів, теорії надпровідності, хімічної кінетики, гідродинаміки, математичної біології та економіки, за природних умов на параметри функцій взаємодії, одержано змістовні результати про граничну топологічну динаміку розв'язків, зокрема вивчено структурні та метричні властивості граничних множин і атракторів, досліджено їх стійкість, а також запропоновано і обґрунтовано скінченновимірні та чисельні апроксимації.

Досліджено якісну динаміку екстремальних розв'язків керованих систем гідродинамічного типу та її зв'язок з проблемою існування та побудови оптимального регулятора.

Запропоновано та обґрунтовано форму наближеного оптимального регулятора для широких класів теплових, дифузійних та хвильових керованих процесів, що функціонують в мікронеоднорідних середовищах.

Основні досягнення. У галузі математичних методів дискретної оптимізації

Побудовано теоретичні основи та створено математичний апарат дослідження коректності векторних дискретних моделей, аналізу їх вхідних даних. На основі результатів цієї теорії розроблено, обґрунтовано та досліджено нові математичні методи, алгоритми і створено програмне забезпечення для розв'язування векторних задач як детермінованих, так і за умов невизначеності.

Досліджено проблему розв'язуваності задач векторної оптимізації. Встановлено нові необхідні і достатні умови існування різних видів ефективних розв'язків, умови стійкої (нестійкої) розв'язуваності векторних задач за можливих збурень вхідних даних. Досліджено різні типи стійкості векторних задач цілочислової оптимізації пошуку множин Парето, Слейтера та Смейла, які мають опуклі квадратичні та диз'юнктивні функції обмежень.

Досліджено задачі цілочислової оптимізації з неточно заданими даними, які відповідають різноманітним ситуаціям, що моделюються. Розроблено та обґрунтовано декомпозиційний підхід до розв'язання різних класів таких задач.

Побудовано методи розв'язання різних класів задач дискретної оптимізації, що поєднують пошук оптимального розв'язку із знаходженням невизначених та керованих даних моделі.

Вперше побудовано й обґрунтовано точні і наближені декомпозиційні методи знаходження гарантуючих і оптимістичних розв'язків задач дискретної оптимізації в умовах невизначеності даних, які базуються на конструктивних апроксимаціях їх задачами більш простої структури, досліджені умови їх збіжності.

Розроблено декомпозиційний метод розв'язання векторних задач з допустимою областю частково дискретної структури. Запропоновано поліедральний підхід до розв'язання векторних задач дискретної оптимізації на різних комбінаторних множинах та їх узагальненнях.

Основні досягнення. У галузі математичних методів негладкої оптимізації, розбиття множин, розв'язування некоректних задач

Розроблено математичний апарат дослідження некоректних задач оптимізації, розв'язано важливі класи задач прийняття рішень. Розроблені математичні моделі та оптимізаційні методи є новим інструментарієм науково обґрунтованого врахування багатокритеріальності, структурних властивостей дискретних множин, можливих збурень, керованості і невизначеності вхідних даних, що є характерним для багатьох напрямів наукових досліджень та практичних застосувань.

Встановлено фундаментальні властивості зважених псевдообернених матриць, які стали теоретичною основою побудови та дослідження методів розв'язування некоректних задач лінійної алгебри. Розроблено нові ітераційні методи з високою швидкістю збіжності для розв'язування цих задач та задач найменших квадратів з лінійними і нелінійними обмеженнями.

Засновано нову теорію неперервних задач оптимального розбиття множин n -вимірного евклідового простору на їх підмножини. Розроблено та обґрунтовано нові підходи до розв'язання детермінованих, стохастичних, лінійних та нелінійних багатопродуктових задач оптимального розбиття множин. Виділено клас динамічних задач розбиття з критерієм оптимальності, який залежить від фазових траєкторій і управління заданої керованої системи.

Для розв'язання задач оптимального розбиття множин запропоновано єдиний підхід, в основі якого лежить зведення нескінченновимірних задач оптимізації до скінченновимірних негладких задач максимізації або негладких максимінних задач, а також метод урахування впливу невизначеності на значення критерію оптимальності у випадку, якщо вихідна інформація носить ймовірнісний характер.

Основні досягнення. У галузі математичних методів негладкої оптимізації, розбиття множин, розв'язування некоректних задач

Розвинуто класичну теорію оптимізації негладких опуклих функцій, методи якої базуються на зовнішній апроксимації множини екстремумів еліпсоїдами з монотонним зменшенням їх об'єму.

Побудовано нові сімейства субградієнтних методів з перетворенням простору для знаходження точки мінімуму опуклої функції при апріорному знанні оптимального значення функції, які мають прискорену збіжність при розв'язуванні задач з яружними особливостями.

Розроблено математичні моделі, алгоритми та програмне забезпечення для задач знаходження пропускних здатностей дуг надійної орієнтованої мережі з передачею потоків як довільними шляхами, так і по заданій множині припустимих шляхів.

Розроблено нові методи негладкої оптимізації для знаходження лагранжевих двоїстих оцінок в квадратичних неопуклих задачах. Побудовано нові моделі для задачі мінімізації поліноміальних функцій, задачі про максимальний розріз графу та задачі про максимально незалежну множину вершин графу.

Основні досягнення. У галузі математичних дослідження проблем робототехніки та керування складними нелінійними системами



У галузі математичних методів дослідження проблем робототехніки розроблено нові оптимізаційні методи розв'язання задач планування станів та проектування просторових кінематичних схем маніпуляційних роботів, у тому числі методи проектування їх оптимальних структур для виконання завдань з певного класу.



Створено нові чисельні методи і алгоритми автоматичної побудови оптимальних динамічних моделей маніпуляційних роботів за критерієм мінімізації обчислювальної складності. Розроблено новий числово-аналітичний підхід до формування рівнянь динаміки у вигляді з явно виділеними складовими сил, що діють на систему. Досліджено проблеми проектування і аналізу множини кінематичних схем, які можуть бути практично реалізовані, а також досліджено вплив кожної складової частини рівнянь динаміки на обчислювальну складність всієї системи.



Для вирішення проблеми керування рухом маніпуляційних роботів розроблено координатний підхід, який полягає у виділенні найбільш суттєвих елементів рівнянь динаміки з метою їх використання для синтезу і аналізу систем керування. Розроблено алгоритми геометричної, кінематичної та динамічної координації, адаптації і побудови законів руху та ефективний метод планування просторових рухів маніпуляційних роботів у середовищі з обмеженнями, як аналог процедур навчання та прийняття рішень для виконання маніпуляцій і локомоцій вищих організмів.

Основні досягнення. У галузі математичних дослідження проблем робототехніки та керування складними нелінійними системами



Створено методологію побудови математичних моделей процесів та систем, що спрямована на оптимізацію проектування, моделювання, формування рівнянь руху, керування, оцінювання параметрів і станів об'єктів з урахуванням експериментальних і статистичних даних.



Розроблено теорію математичного моделювання, оптимальної фільтрації та оптимального керування елементами і системами великих космічних конструкцій з лінійними та нелійними характеристиками.



Побудовано нові математичні моделі просторових конструкцій з нелінійностями у просторі станів, запропоновані оригінальні алгоритми оптимального оцінювання станів. Розроблено і доведено до інженерного рівня методи оптимального керування просторовою орієнтацією конструкцій та їх коливаннями. Запропоновано низку методів структурної і параметричної ідентифікації просторових конструкцій та створено відповідні обчислювальні процедури, призначені для використання в режимі реального часу. Розроблено методи моделювання нестационарних нелінійних процесів довільної природи із невизначеностями структурного, статистичного і параметричного характеру.

Основні досягнення. У галузі розробки нових інформаційно-комунікаційних технологій дослідження складних процесів і систем



Запропоновано формальний підхід до проектування штучних імунних систем, який реалізований при розв'язанні задач прогнозування часових рядів значень контрольованих параметрів і змінних. У рамках створеної інформаційно-аналітичної системи технічного діагностування така штучна імунна система використовується при розв'язанні задачі прогнозування технічного стану об'єкта діагностування і задачі опису відсутніх спостережень у вузлах байєсової мережі.

На основі виконання полігонних і стендових випробувань розроблених методів та відповідного програмно-алгоритмічного забезпечення сформульовано рекомендації стосовно вибору методу збудження конструктивних елементів великих космічних конструкцій з метою отримання інформативних експериментальних даних, необхідних для розв'язання задач структурної і параметричної ідентифікації.



Створено загальну концепцію побудови прикладних систем штучного інтелекту і можливості побудови обчислювальних систем з ймовірнісними алгоритмами перетворення інформації з використанням сучасного математичного апарату систем масового обслуговування. Для обробки експериментальних і статистичних даних, створення адекватних математичних моделей та оцінювання прогнозів в умовах наявності невизначеностей структурного, статистичного і параметричного характеру розроблено нові нейронечіткі методи і моделі на основі спеціальних поліномів та методів оцінювання параметрів.



Запропоновано ефективні методи моделювання і розпізнавання обличчя людини, дослідження мімічних проявів та емоційних станів на обличчі людини. Вперше побудовано математичну модель та створено цілісну інформаційну технологію для автоматичного визначення довільного емоційного стану конкретної людини.

Основні досягнення. У галузі розробки нових інформаційно-комунікаційних технологій дослідження складних процесів і систем



Розроблено нові методи аналізу і синтезу голосової мовної інформації. Для вирішення задачі комп'ютерного синтезу розроблено сегментно-конкатенативний метод. Створено інформаційну комп'ютерну технологію озвучення довільних текстів українською мовою та розроблено автоматизовану комп'ютерну систему перетворення вхідної голосової мовної інформації у текстову.



Вперше в Україні розроблено унікальну інформаційну технологію для моделювання та вивчення української жестової мови. Технологія включає перетворення текстів українською мовою в їх аналоги на мові жестів, аналіз і синтез міміки і артикуляції губ, просторове моделювання рухів жестової мови і дактильної абетки тривимірної моделі людини, відображення процесу промовляння.



Теоретичні засади моделювання складних процесів і систем покладені в основу вирішення фундаментальних прикладних проблем, що досліджувались в рамках державних науково-технічних програм на замовлення міністерств і відомств України, а також отримали матеріально-технічну і фінансову підтримку закордонних фондів, програм та організацій.

Практична значущість одержаних результатів

Техніко-
економічні
показники

За оцінками фахівців економічний ефект від застосування результатів робіт складає понад **80 млн. грн**



Отримані фундаментальні результати в області розробки нових математичних методів аналізу даних та теорії коректності векторних задач дискретної оптимізації дозволяють адекватно розробляти, аналізувати та розв'язувати оптимізаційні задачі в економіці, техніці, керуванні технологічними процесами, біології, медицині, генетиці, комп'ютерних науках та ін.

Вони можуть бути використані як основа при прийнятті рішень, зокрема, застосовані в теоретико-економічних дослідженнях при математичному моделюванні перехідних процесів в економіці України та визначенні нових закономірностей функціонування як економіки в цілому, так і її окремих складових, а також у ході прийняття управлінських рішень на різних рівнях господарювання.

Інформаційні технології, які базуються на створеному математичному апараті теорії неперервних задач оптимального розбиття множин та відповідному програмному забезпеченні, дозволяють ефективно розвивати один з пріоритетних напрямів інформатики – інтелектуальні інформаційні технології і системи.

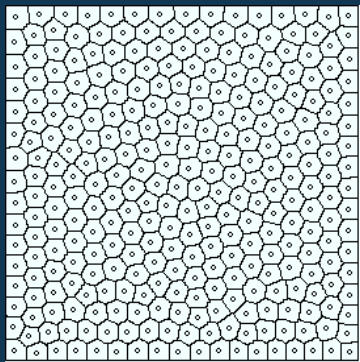
Це теорія розпізнавання образів (чітких та нечітких), кластеризації, класифікації; теорія статистичних рішень; теоретичні задачі оптимізації, які зводяться до задач оптимального розбиття множин, а саме: задачі глобальної оптимізації; побудови оптимальних квадратур; неперервні задачі кульового покриття; задачі стохастичного програмування та інші.

Практична значущість одержаних результатів

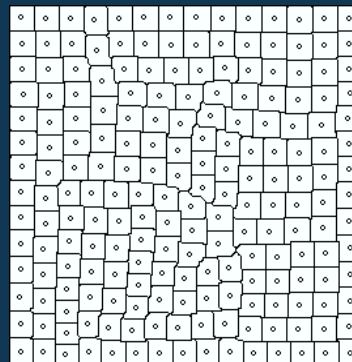
Одержані систематичні теоретичні результати теорії оптимального розбиття множин дають змогу в теорії розпізнавання образів для достатньо великої кількості образів (300 і значно більше, що залежить тільки від потужності ЕОМ) та довільної вимірності простору ефективно знаходити розділяючі гіперповерхні як в аналітичному вигляді, так і чисельно.

За допомогою методів оптимального розбиття множин задачі розпізнавання образів розв'язуються за будь-яких припущень про вигляд розділяючої гіперповерхні.

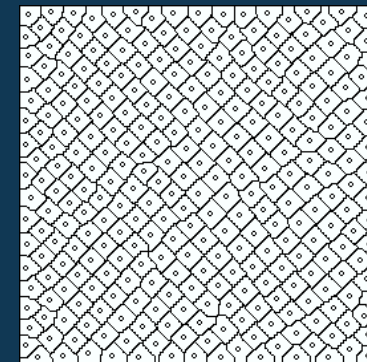
Нижче зображені розв'язання задач розпізнавання образів з відшукуванням координат центрів образів за допомогою розроблених алгоритмів.



Евклідова метрика
(300 образів)



Метрика Чебишева
(200 образів)



Манхеттенська метрика
(300 образів)

Практична значущість одержаних результатів



Створена теорія може бути застосована для розв'язання наступних практичних задач:

- розпізнавання образів з метою мінімізації середньої функції втрат від хибного розпізнавання,
- медичної діагностики, територіального планування сфер обслуговування;
- геологічного прогнозування;
- охорони навколишнього середовища, наприклад, задача забезпечення екологічної безпеки під час розміщення відстійників радіоактивних відходів атомних електростанцій з урахуванням екологічної структури регіону;
- розміщення підприємств, станцій швидкої допомоги, базових станцій стільникового зв'язку, нафтових свердловин;
- нескінченновимірні транспортні задачі та задачі розміщення підприємств; задачі проектування мереж зі штучних супутників землі для контролювання діапазону кругових орбіт; задачі підвищення обороноздатності та забезпечення національної безпеки країни, розвитку агропромислового комплексу та багато інших.



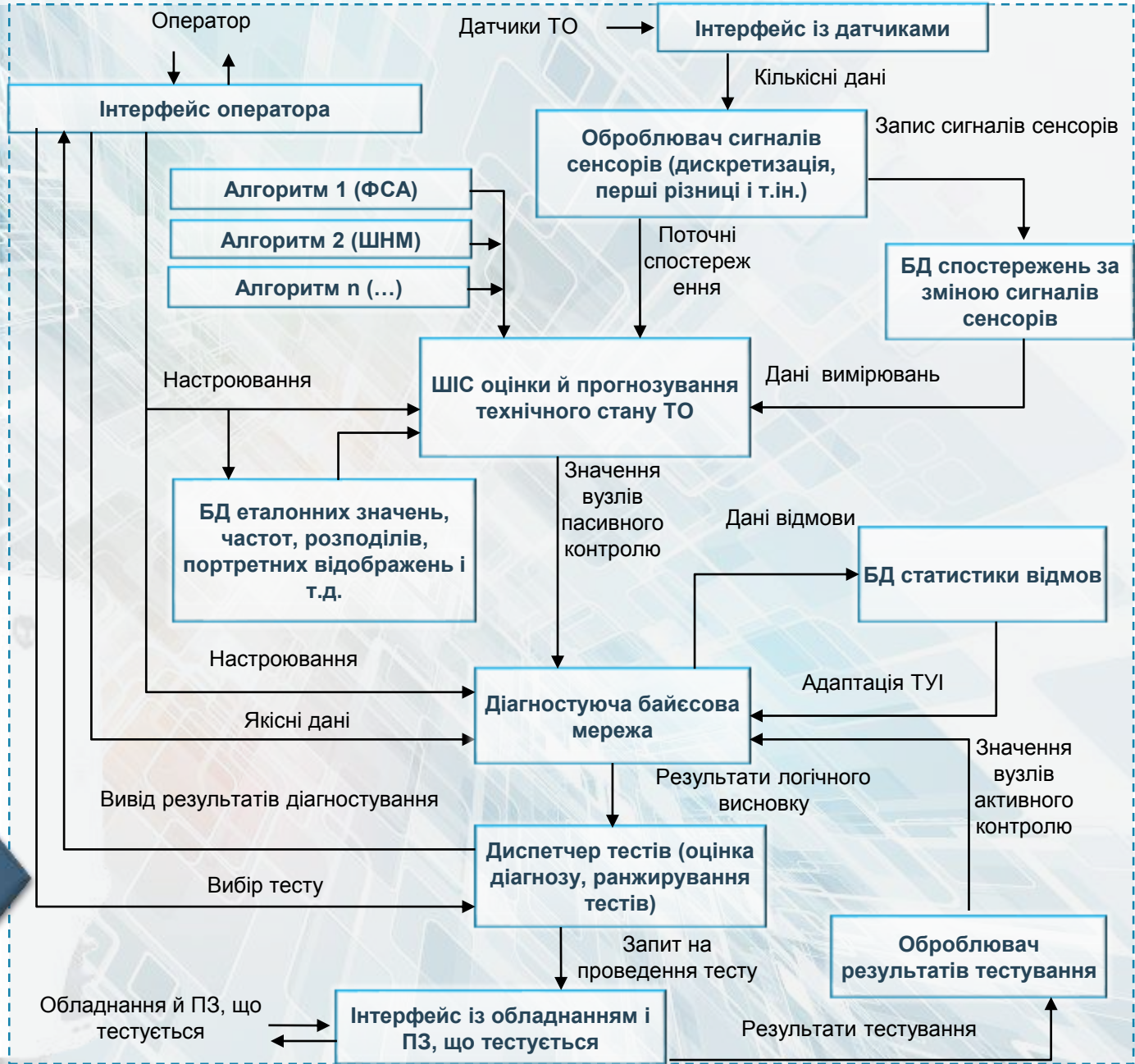
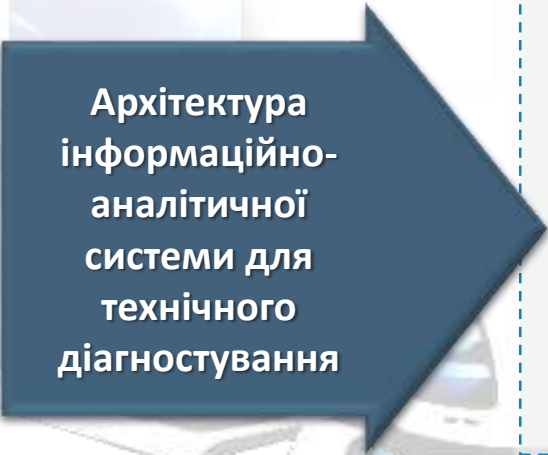
Створення математичного апарату для дослідження турбулентних потоків в'язкої нестисливої рідини, механічних ефектів квантової механіки, ефектів, пов'язаних з розповсюдженням вібро-, гідро-, сейсмоакустичних хвиль, граничних режимів еволюційних процесів в теорії передачі сигналів, теорії надпровідності, хімічної кінетики, гідродинаміки, математичної біології та економіки, а також створення конструктивних методів адаптивного керування розподіленими системами, має велике значення для аналізу та прогнозування небезпечних природних і техногенних явищ, складних технологічних та соціо-економічних процесів.



Створення вперше в Україні унікальної інформаційної технології для моделювання та вивчення української жестової мови має велике соціальне значення, оскільки дозволяє активно впроваджувати її вивчення та використання, розширюючи таким чином можливості соціальної адаптації людей з вадами слуху.

Практична значущість одержаних результатів

- Розроблення вперше в Україні системи автоматичної діагностики суднових енергетичних установок складних енергетичних систем дало можливість суттєво підвищити якість їх діагностики та розв'язати проблеми, пов'язані з високою розмірністю процесів, неповнотою і зашумленістю даних.



Впровадження

Теорія та методи оптимального розбиття множин знайшли використання для розв'язання нових класів теоретичних задач оптимізації та для моделювання складних процесів територіального планування сфери обслуговування, оптимального розміщення підприємств, оптимального покриття, складського планування, класифікації, кластеризації, розпізнавання образів та ін. Методи нечіткої класифікації застосовані при проектуванні технологічних ланок устаткування підземних гідротехнічних систем при розробленні корисних копалин в умовах шахти «Ольхова Західна».

Результати розв'язання задач оптимальної фільтрації, структурно-параметричної ідентифікації та синтезу систем керування для просторових космічних конструкцій впроваджено в системах наземних натурних випробувань елементів космічних конструкцій, в системах імітаційного моделювання орбітального руху космічних апаратів спеціального призначення для синтезу систем керування маневром, орієнтацією та приборканням коливальних (науково-виробничий концерн «Енергія»).

Результати ймовірно-статистичного моделювання впроваджено в банківській системі України для розв'язування задач оцінювання кредитоспроможності позичальників (АТ «Брокбізнесбанк» та ПАТКБ «Правекс-банк»), в системах технічної діагностики електрообладнання малих і середніх суден річкового флоту України (ВАТ «Дніпровське підприємство ЕРА»), в системах коротко- і середньострокового прогнозування процесів екологічного характеру (центр військової екології МО України).

Результати щодо вирішення проблем планування станів, керування та оптимального проектування маніпуляційних роботів впроваджено на підприємствах міністерства автомобільної промисловості у системі керування промисловим маніпуляційним роботом з ультразвуковими датчиками

Впровадження

Результати з розроблення нових методів аналізу, розпізнавання й синтезу аудіо і відео інформації впроваджені в рамках ДНТП „Образний комп'ютер”, зокрема, інформаційна комп'ютерна технологія розшифровки стенограм, комп'ютерна технологія для озвучення довільних текстів українською мовою, комп'ютерна технологія моделювання і розпізнавання емоцій і міміки на обличчі людини, інформаційна комп'ютерна технологія моделювання української жестової мови.

Практична значущість отриманих результатів підтверджується актами про впровадження, патентами, свідоцтвами про реєстрацію авторських прав на твір та створенням сучасних інформаційних технологій світового рівня для дослідження складних процесів і систем.

Представлені наукові результати одержали наукове визнання у світі. Цей факт підтверджують наукові публікації в провідних наукових журналах таких, як Journal of Differential Equations, Journal of Mathematical Analysis and Applications, International Journal of Bifurcation and Chaos тощо, а також численні пленарні виступи у провідних навчальних та наукових світових центрах на більш ніж 400 міжнародних наукових конференціях та семінарах.

Безпосередньо авторами та під їх керівництвом захищено **12 докторських** та понад **50 кандидатських** дисертацій. Наукові статті циклу опубліковано у реферованих високорейтингових наукових виданнях, з них 43 – у англomовних закордонних журналах, **95 статей** опубліковано у журналах з імпакт-фактором. Цитування статей, які увійшли до даного циклу праць згідно різних наукометричних баз, становить: більше 4325 згідно Google Scholar Citation, більше 1592 згідно Mathscinet, більше 1043 згідно Scopus, h-індекс роботи становить: 19 згідно Google Scholar Citation, 11 згідно Scopus.

Висновки



Цикл робіт об'єднує **35 монографій** та **440 наукових статей** в галузі обчислювальної математики, інформатики, штучного інтелекту, теорії керування, які виконані в період з 1973 по 2014 роки в Навчально-науковому комплексі «Інститут прикладного системного аналізу» Національного технічного університету України "КПІ" НАН України та МОН України, Інституті кібернетики імені В.М. Глушкова НАН України, Київському національному університеті імені Тараса Шевченка, Дніпропетровському національному університеті імені Олеся Гончара.



В результаті спільної творчої співпраці колективом учених отримано наукові результати світового рівня з розробки нових математичних методів оптимізації та нових інформаційно-комунікаційних технологій для моделювання складних процесів і систем різноманітної природи. Авторами створено системний інструментарій математичного та комп'ютерного моделювання, а також конструктивні методи оптимізації та інтелектуального аналізу даних, що дозволило розвинути, теоретично узагальнити і з єдиних наукових позицій вирішити численні наукомісткі проблеми, пов'язані зі створенням якісно нових методів дослідження складних процесів та систем, стимулювати розвиток нових прогресивних інтелектуальних інформаційних технологій та просувати створені в Україні оригінальні інтелектуальні технології на міжнародний інформаційний ринок.



Оригінальні фундаментальні наукові досягнення, представлені у даному циклі робіт, склали суттєвий внесок у вирішення найважливіших прикладних проблем, що виникають, зокрема, при прийнятті управлінських і державних рішень, в бюджетному та макроекономічному плануванні і прогнозуванні, розміщенні об'єктів, проектуванні складних технічних систем і мереж, створенні нових засобів обчислювальної техніки та програмного забезпечення різного призначення, комп'ютерних інформаційно-комунікаційних технологій, при моделюванні технічних та соціо-економічних процесів, створенні робототехнічних систем.

До основних здобутків циклу робіт можна віднести, перш за все, наступні результати:

- створення математичного інструментарію для якісного та конструктивного дослідження математичних моделей нелінійних керованих процесів та полів різної природи;
- створення теоретичних основ і математичного апарату дослідження коректності та розв'язування різних класів задач дискретної оптимізації за умов багатокритеріальності, наявності збурень, керованості і невизначеності вхідних даних;
- розроблення математичної теорії неперервних задач оптимального розбиття;
- встановлення фундаментальних властивостей зважених псевдообернених матриць, які стали теоретичною основою побудови та дослідження методів розв'язування некоректних задач лінійної алгебри; створення теорії математичного моделювання, оптимальної фільтрації та оптимального керування елементами великих космічних конструкцій з лінійними та нелінійними характеристиками;
- розроблення ефективних оптимізаційних методів розв'язування задач планування станів та проектування просторових кінематичних схем маніпуляційних роботів, у тому числі методів проектування оптимальних структур маніпуляційних роботів для виконання завдань з певного класу; створення інформаційних технологій дослідження інтелектуальної комунікаційної інформації, розроблення вперше в Україні унікальної інформаційної технології для моделювання та вивчення української жестової мови;
- створення вперше в Україні системи автоматичної діагностики суднових енергетичних установок.



Висновки



Теоретичні засади моделювання складних процесів і систем покладені в основу вирішення фундаментальних та прикладних проблем, що досліджувались в рамках державних науково-технічних програм, на замовлення міністерств і відомств України, а також отримали підтримку міжнародних програм, фондів та організацій.



Практична значимість отриманих результатів підтверджується патентами, авторськими свідоцтвами, актами впровадження, свідоцтвами про реєстрацію авторських прав на твір, створенням сучасних інформаційних технологій світового рівня для дослідження складних технічних та соціо-економічних процесів і систем.



Представлені у циклі наукових праць результати одержали наукове визнання у світі. Фундаментальні та практичні результати авторів циклу знаходяться на рівні світових досягнень у галузі побудови сучасних високоефективних методів оптимізації, прогнозування та адаптивного керування, не поступаються, а у багатьох випадках перевищують рівень відомих наукових результатів у галузі математичних методів дослідження проблем робототехніки, що здійснювались провідними міжнародними і вітчизняними інституціями та фахівцями. Цей факт підтверджують наукові публікації у провідних наукових журналах таких, як “Journal of Differential Equations”, “Journal of Mathematical Analysis and Applications”, “International Journal of Bifurcation and Chaos” та ін., пленарні виступи у провідних навчальних та наукових світових центрах на більш ніж 400 міжнародних наукових конференціях та семінарах, а також численні гранти від міжнародних наукових організацій та фондів для підтримки зазначених досліджень.