

ВІННИЦЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

На правах рукопису

РІЗНИК Володимир Васильович



ДОСЛІДЖЕННЯ КОМБІНАТОРНИХ КОНФІГУРАЦІЙ ТА ЇХ ЗАСТОСУВАННЯ
ДЛЯ СИНТЕЗУ ТЕХНІЧНИХ ПРИСТРОЇВ І СИСТЕМ З НЕЕКВІДИСТАНТНОЮ
СТРУКТУРОЮ

Спеціальність 05.13.16 – застосування обчислювальної техніки,
математичного моделювання і математичних методів в наукових
дослідженнях

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

дисертації на здобуття наукового ступеня
доктора технічних наук

Вінниця - 1994

AB 31.0 + 1

Дисертацією є рукопис

Робота виконана в Державному університеті "Львівська політехніка"

Офіційні опоненти:

- чл.-кор. АН України,
- д.т.н., професор О.Г.Івахненко
- д.ф.-м.н., професор М.М.Войтович
- д.ф.-м.н., професор О.А.Панков

Провідна установа: Фізико-механічний інститут АН України (м.Львів)

Захист відбудеться "28" 10 1994 р. на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 068.34.01 у Вінницькому державному технічному університеті за адресою: 286021, м.Вінниця, Хмельницьке шосе, 95, ГУК.

З дисертацією можна ознайомитися в бібліотеці Вінницького державного технічного університету

Автореферат розісланий "27" 09 1994 року

Вчений секретар спеціалізованої вченої ради Колодний В.В.

ЛННБ України ім.В.Стефаника



00777137 (W)

ЛННБ ім. В. Стефаника
АН України

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність проблеми. Стрімкий розвиток сучасної науки значною мірою завдячує впровадженню нових підходів у практику розв'язування важливих народно-господарських задач. Цьому сприяє вивчення системотехнічних законів об'єднання частин цілого, встановлення нових принципів раціональної структуризації системних об'єктів, виявлення оптимальних пропорцій співвідношення компонент за встановленими критеріями, просторово-часових залежностей і геометричних форм за допомогою математичних моделей та методів оптимізації.

Необхідність пошуку нових підходів і методів зумовлюється привнесенням у сферу наукових досліджень широкого кола "кібернетичних" проблем, започаткованих в середині ХХ сторіччя роботами Н.Вінера, У.-Р.Ешбі та рядом інших авторів. Моделі такого рівня, по суті - математичні системи, дають змогу значно повніше віддзеркалювати властивості досліджуваних об'єктів і належать за термінологією Н.Бурбакі до певного класу структур, основними з яких є алгебричні, топологічні, а також структури порядку. У зв'язку з цим особливої уваги заслуговують дослідження різних структур на комбінаторній основі. Такі дослідження приводять, з одного боку, в абстрактну алгебру, а з другого - у велику область сучасних наукових досліджень комбінаторних конфігурацій. Вони охоплюють як класичні алгебричні й комбінаторні конструкції (блок-схеми, різнячеві множини, скінченні геометрії, латинські квадрати), так й об'єкти нової природи, в яких алгебричні операції певним чином зв'язані між собою або з впорядкованістю базової множини, її топологією тощо. Однак розвизданість і невпорядкованість результатів значно обмежують мож-

ливості використання комбінаторних конфігурацій та комбінаторних методів оптимізації для ефективного розв'язування науково-технічних задач. Останнє, як виняток, менше стосується питань синтезу оптимальних кодів та планів експерименту, де було досягнуто успіху завдяки використанню апарату теорії полів Гауа, кілець і скінченних геометрій.

Важливою і актуальною проблемою є вироблення комплексного підходу до вивчення комбінаторних конфігурацій та розроблення основ теорії оптимальних комбінаторних систем. Мета цього підходу – розширення сфери фундаментальних і прикладних досліджень, що виникли на перехресті теорії комбінаторних конфігурацій і системотехніки. Важливість й необхідність проведення таких досліджень яскраво проявили себе в теорії кодування – для підвищення надійності пересилання інформації, а в радіотехніці – для синтезу сигналів з добрими кореляційними властивостями, створення радіолокаційних систем високої роздільної здатності, конструювання багатоеlementних нееквідистантних антенних решіток з низьким рівнем бічних пелюстків. Про це свідчать публікації українських й зарубіжних авторів. В одній з таких публікацій, наприклад, наводяться дані про антенну решітку з 306 випромінювачами, яка забезпечує рівень бічного випромінювання -25 дБ зі збереженням стабільного коефіцієнта спрямованої дії в широкому частотному діапазоні. Великий інтерес викликають нееквідистантні решітки з двовимірною апертурою, проектування яких за традиційним підходом вимагає великих затрат машинного часу на пошук глобального мінімуму бічного випромінювання при фіксованих розмірах антени, кількості елементів й роздільній здатності. Лише використання властивостей комбінаторних конфігурацій, як було показано авторами публікацій, дало змогу

спростити знаходження оптимального розміщення елементів, мінімізуючи алгоритмічний перебір варіантів.

Вагомий внесок у розвиток методів розв'язування прикладних задач в області радіотехніки за допомогою використання комбінаторних конфігурацій зробили українські вчені Л.Ю. Кошілович, Б.М.Свердлік, А.Ф.Чаплин та інші.

Переважає більшість пріоритетів в області теорії комбінаторних конфігурацій та їх практичного застосування належить зарубіжним вченим. Зокрема слід відзначити дослідження, які провели М.Холл, Г.Дж.Райзер, Р.А.Фішер, Дж.А.Зінгер, Р.Х. Брук, Р.Ч.Боуз, Д.К.Рей-Чоудхурі, Х.Ханані, М. Голей, Л.Бамерт, Дж.Елліотт, Р.Дж.МакУільямс, С.Голомб, Дж. Ван Лінт, П.Камерон, П.Гіббонс, Е.Ландер, Д.Ліпер. Відомі своїми науковими школами Білорусія і Росія.

Пошук за допомогою комбінаторних методів оптимізації нових шляхів поліпшення технічних характеристик пристроїв, машин і систем, підвищення ефективності технологій з орієнтацією на використання досягнень сучасної науки в області мікроелектроніки, техніки НВЧ, електро- і радіофізики, оптоелектроніки обумовлює актуальність, мету та задачі досліджень.

Одна з основних причин, яка ускладнює вирішення поставлених задач, - відсутність достатньо зручного й простого математичного апарату, математичних моделей і методів оптимізації, таблиць й інших засобів розрахунку, які б встановлювали загальні принципи і способи ефективного розв'язування оптимізаційних задач, що можуть виникати в різних галузях науки і техніки.

З вищесказаного випливає необхідність вироблення загальної концепції оптимізації систем на комбінаторній основі.

Мета і задачі дослідження. Робота спрямована на створення ефективних методів побудови системно-технічних засобів і технологій в області інформаційно-вимірвальної й обчислювальної техніки, електро- і радіотехніки, автоматички, зв'язку за результатами дослідження комбінаторних конфігурацій та впровадження комбінаторних принципів оптимізації в практику проектування пристроїв, машин, технологій і систем з поліпшеними якісними показниками за надійністю, точністю, діапазоном роботи, функціональними можливостями, а також розширення сфери наукових досліджень в прикладній комбінаториці.

Відповідно до поставленої мети загальна задача досліджень полягає в науковому обґрунтуванні викладених положень, пов'язаних з необхідністю вироблення та широкого впровадження нових ефективних математичних методів оптимального розв'язування науково-технічних задач на комбінаторній основі.

Із загальної задачі випливають наступні внутрішньо пов'язані задачі:

- запропонувати і обґрунтувати загальний підхід до побудови на комбінаторній основі технічних пристроїв та систем з нееквідистантною структурою;

- запропонувати нові комбінаторні моделі системних об'єктів з нееквідистантною структурою на вперидкованих множинах чисел або векторів;

- запропонувати узагальнення алгебр - теорій зв'язанок (математичних об'єктів, що складаються з двох множин - носія зв'язанки і множини операцій, які здійснюються над послідовно розміщеними елементами носія) як теоретичної основи оптимальних комбінаторних систем;

- розробити ефективні методи синтезу конкретних технічних пристроїв автоматички, інформаційно-вимірвальної техніки,

електро- і радіотехніки з полішеними якісними показниками за надійністю, точністю, діапазоном роботи, функціональними можливостями.

Методи досліджень. В дисертаційній роботі використовувалися наступні основні теорії і методи комбінаторного аналізу та інших розділів математики: теорія блок-схем, теорія різницевих множин, елементи теорії мультиплікативних груп полів Гадуа, скінченних проєктивних геометрій, таблично-схемні та геометричні методи розв'язування комбінаторних задач, комбінаторні методи перетворень, розроблені на основі теорії зв'язанок, теорія конгруенцій, прями й рекурсивні методи побудови комбінаторних конфігурацій та їх ізоморфних перетворень.

Наукова новизна. Розроблені в роботі основи синтезу оптимальних комбінаторних систем, методи і рекомендації спрямовані на створення нових пристроїв, систем, приладів і машин, удосконалення технологій, розширення сфери фундаментальних досліджень в комбінаторній науці.

Найістотніші наукові результати, які вперше запропоновані автором і мають повну новизну:

сформульовані та обгрунтовані наукові відважини і принципи створення ефективних системно-технічних засобів і технологій на основі розроблення прикладної теорії зв'язанок - нового розділу науки про синтез оптимальних комбінаторних систем;

сформульовано основний принцип синтезу комбінаторних систем - принцип оптимальних структурних відношень;

створено нову модифікацію алгебр, в яких операції пов'язані з упорядкуванням елементів базової множини;

розроблено нову модифікацію багатовимірних комбінаторних

моделей на в'язанках векторів і досліджені умови існування та питання синтезу цих моделей (ідеальних багатовимірних в'язанок);

досліджені оптимальні форми топологічної структури ідеальних в'язанок й запропонована система класифікації числових в'язанок;

встановлено прямиї зв'язок між комбінаторними моделями оптимальних систем й алгебричною структурою циклічних груп полів Галуа;

розроблено ряд конкретних технічних пристроїв та способів реалізації принципу оптимальних структурних відношень, новизна яких захищена авторськими свідоцтвами.

Практична цінність. Практичне значення роботи випливає зі сучасних потреб кібернетики та суміжних наук в галузі розвитку системного підходу до вивчення об'єктів будь-якої природи за допомогою комбінаторних методів оптимізації та застосування нових математичних моделей для синтезу пристроїв та систем з нееквідистантною структурою. Синтез приводить до оптимальних рішень, а оптимальність закладена в самих моделях і полягає в мінімізації числа елементів та спрощення зв'язків системи, що дає змогу проектувати вироби підвищеної конкурентоздатності в умовах ринкової економіки.

Дисертація була виконана в руслі досліджень, які проводились дисертантом в період з 1981 по 1991 рр. на кафедрі АСУ Львівського політехнічного інституту в НЦІ-62 (кафедра АСУ) та НЦІ-72 (лабораторія САПР РЕА СКБ радіотехнічних систем), а також під час виконання замовлення ІПММ АН України.

Під науковим керівництвом дисертанта з безпосередньою його участю по темі дисертаційних досліджень виконувалися цільові завдання по державних програмах за темами:

- "Розробка і дослідження елементів і ланок АСУП і АСУТП".
Тема держбюджетна, виконувалася кафедрою АСУ в 1976-1983 рр.
Розділ "Дослідження методів організації управління та оптимізації функціонування систем на комбінаторній основі".

- "Дослідження і розробка методів розрахунку та принципів побудови антенних ґраток і хвилепровідних структур міліметрових хвиль". Тема виконувалася лабораторією САПР РЕА СКБ РТС Львівського політехнічного інституту в 1986 р. за завданням Московського науково-дослідного інституту радіозв'язку. Розділ I.4 звіту по другому етапу НДР. Робота виконувалася за угодою з лабораторією САПР РЕА СКБ РТС ЛПІ.

- "Оптимізація побудови нееквідистантних структур". Тема виконувалася за Програмою АН УРСР по АСНД (№ 32/І від 6.04.89 р.) на замовлення СКБ Інституту прикладних проблем механіки і математики АН України в 1989-1990 рр.

Впровадження результатів роботи. Результати роботи реалізовані:

в Районному енергетичному управлінні "Львівенерго" під час проектування й виготовлення блоків постійного запізнювання для моделювання перехідних процесів в системах автоматичного регулювання теплоенергетичних процесів, виготовлення багатоелементних кільцевих комутаторів та комутаторів для багатосламельних блоків запізнювання;

у Південному відділенні ОРГРЕС (м.Львів) при виготовленні кільцевих комутаторів та комутаторів для багатосламельних блоків постійного запізнювання, призначених для побудови пристроїв моделювання систем автоматичного регулювання;

на ВО "Ленбыхим" (м.Санкт-Петербург) при реалізації способу дозування речовин;

на Підприємстві п/с А-1228 (м.Москва) при виготовленні

комутаторних пристроїв.

Річний економічний ефект від впровадження блоків постійного запізнення у ПБ ОРГРЕС' (м. Львів) становить 113,7 тис. крб. (за старим масштабом цін).

Результати роботи також впроваджені в навчальний процес під час викладання лекційних курсів "Основи теорії систем", "Основи наукових досліджень", "Математичні моделі інформаційних процесів та управління", "Проектування АСНД та комплексних випробувань". Були опубліковані два навчальні посібники з грифом Міністерства освіти України по курсах "Математичні моделі інформаційних процесів та управління" (1991 р.) і "Елементи дискретної математики" (1992 р.), текст лекції з курсу "Проектування АСНД та комплексних випробувань" (1992) та інші навчально-методичні розробки, пов'язані з результатами дисертаційних досліджень.

Апрсбація. Основні результати дисертаційних досліджень доповідалися автором на:

- семінарі Наукової Ради УРСР з проблем теоретичної електротехніки і електроніки "Теорія електричних кіл" (Львів, 1973);

- УІ Всесоюзному симпозиумі з проблем надлишковості в інформаційних системах (Ленінград, 1977);

- Всесоюзній конференції "Дослідження гравітаційного поля та природних ресурсів Землі космічними засобами" (Львів, 1984);

- У Всесоюзній конференції "Температура 84" (Львів, 1984);

- У Всесоюзному симпозиумі "Проблеми створення перетворювачів форми інформації" (Київ, 1984);

- Республіканській конференції "Високопродуктивні перетворювачі інформації" (Тернопіль, 1986);

- III Всесоюзній нараді "Точні вимірювання енергетичних величин: змінного струму, напруги, потужності, енергії і кута фазового зсуву" (Кіріші, 1988);

- II Міжреспубліканській науково-технічній конференції "Розробка автоматизованих систем управління" (Київ, 1988);

- Республіканській науково-технічній конференції "Перспективи розвитку електромашинобудування на Україні" (Харків, 1988);

- Республіканській науково-технічній конференції, присвяченій 25-річчю заснування КШП ім.С.Лазо (Кишинів, 1989);

- Всесоюзній науково-технічній конференції "Сучасні проблеми фазовиміральної техніки та її застосування" (Красноярськ, 1989);

- IV Всесоюзній конференції "Математичні методи розпізнавання образів" (Рига, 1989);

- I Всесоюзній конференції "Проблеми енергоінформаційного обміну в природі" (Москва, 1989);

- I Міжнародній конференції з інформаційних технологій і систем (Україна, Львів, 1993).

Публікації. За результатами виконаних досліджень та розробок опубліковано 78 наукових праць, з яких - дві монографії, два навчальні посібники, препринт, 30 авторських свідоцтв.

Структура та обсяг роботи. Дисертація містить вступ, п'ять розділів, висновки, викладені на 252 сторінках машинописного тексту, 45 рисунків, 10 таблиць, список літератури з 471 найменування і додатки, до яких долучені документи, що підтверджують впровадження результатів роботи.

ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтовується актуальність тематики дисертаційних досліджень, проводиться огляд публікацій, подається перелік основних задач дослідження та висвітлюється зміст наукових положень, які складають новизну і практичну цінність роботи.

В першому розділі викладається суть проблеми побудови систем з нееквідистантною структурою і проводиться аналіз відомих методів синтезу багатоелементних антенних решіток з нерівномірним (нееквідистантним) розміщенням елементів й незаповненою апертурою. Найефективнішими серед усіх відомих методи побудови двовимірних систем апертурного синтезу на базі різницевих множин – як циклічних, так й двовимірних. Особливість різницевої множини (PM) полягає в постійності числа збіжних елементів початково заданої та циклічно зсунутої відносно самої себе множини незалежно від величини зсуву вздовж осі цілочислової прямокутної сітки заданих розмірів, на якій ця множина визначена.

Пропонуються більш прості і наочні для використання в наукових цілях комбінаторні конструкції, які, з одного боку, віддзеркалюють властивості PM та інших різновидів класичних комбінаторних конфігурацій, а з другого – дають змогу розширити сферу прикладних і фундаментальних досліджень під час проектування технічних пристроїв та систем з нееквідистантною структурою. Зручною інтерпретацією таких конструкцій є впорядковані послідовності деяких цілих додатних чисел, в яких розглядаються всі можливі суми поруч розміщених чисел. Якщо всі суми різні й зичерпують натуральний ряд, модель задовольняє реалізації принципу максимальної різноманітності,

суть якого полягає в розподілі елементів у системі за таким законом, згідно з яким число комбінаторних відмінностей на її структурі є максимальним.

Дослідження проблеми ефективної побудови систем привело до вироблення загального принципу оптимальних структурних відношень (ОСВ), який становить основу методології оптимальних комбінаторних систем – цілого класу технічних пристроїв і систем з оптимальним розподілом елементів структури. Цей принцип вимагає досягнення спряження між інформативним та структурним базисами системи, де інформативний базис забезпечує необхідний діапазон роботи шляхом реалізації достатньої кількості й різноманітності комбінаторних станів системи, а структурний – задовольняє усі вимоги стосовно конструктивного її виконання.

Питання спряження охоплює широке коло задач, пов'язаних з оптимальним розподілом елементів структури в просторі, подій і явищ у просторі-часі в системах з різними способами взаємодії елементів, типами структур, властивостями тощо. В центрі уваги таких досліджень постають оптимальні співвідношення між двома і більше однорідних величин (скалярних – для одновимірних, або векторів – для багатовимірних) з різними способами структурної організації (ланцюжкова, кільцева тощо) за умови досягнення максимальної різноманітності між.

Постановка проблеми оптимізації ілюструється прикладом побудови комбінаторної системи запису-відтворення інформації (рис. 1.1). Система складається з обертового магнітного диску D , довкола якого зафіксовано n універсальних магнітних головок G_i ($i=1, 2, \dots, n$), і двополюсного комутатора K , призначеного для під'єднання P_j -ї головки до входу вузла запису ВЗ, а Q_j -ої – до входу вузла відтворення ВВ інфор-

мації. Задача полягає в знаходженні такого взаємного розміщення головок, при якому можна було б одержати якнайдовший ряд рівномірно зростаючих значень часу $t_j, j=1, 2, \dots, n(n-1)$ затримки інформації між моментами її запису та відтворення простим обранням (за допомогою комутатора К) відповідних пар (p_j, q_j) головок, $p_j, q_j \in \{1, 2, \dots, n\}$.

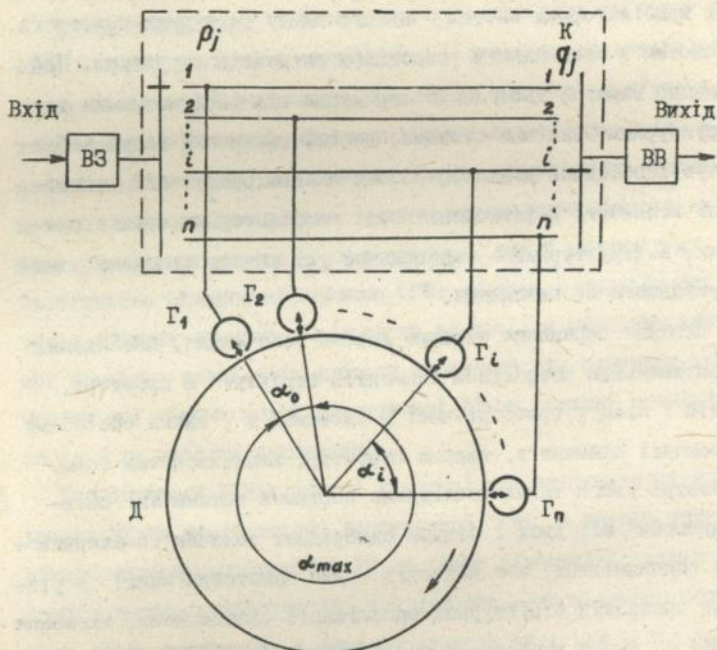


Рис. 1.1. Комбінаторна система запису-відтворення інформації.

Легко побачити, що задача зводиться до знаходження оптимального співвідношення кутів відстаней між послідовно розміщеними головками.

Рішення задачі. Оскільки регулювання часу затримки здійснюється обранням щоразу відповідної пари головок, кількість різних способів їх обрання знаходимо як число усіх можливих впорядкованих пар:

$$K = n(n-1). \quad (1.1)$$

Припустимо, що значення кутового проміжку між двома найближчими головками відоме α_{min} . Тоді найменше значення часу затримки τ_{min} , а також й найбільше його значення τ_{max} можна реалізувати за допомогою однієї і тієї ж пари головок (якщо одна головка зашуксує, то друга зчитує, і навпаки).

Оскільки число реалізованих значень часу затримки повинно збігатися з кількістю різних способів обрання пар головок,

$$\alpha_{max} = n(n-1) \cdot \alpha_{min}. \quad (1.2)$$

Виходячи зі співвідношення (1.2) й очевидної залежності $\alpha_{max} = (360 - \alpha_{min})$ град., легко визначити найменший кутовий проміжок між головками як одиничну міру α_0 :

$$\alpha_0 = \alpha_{min} = 360 / (n^2 - n + 1) \text{ град.} \quad (1.3)$$

Значення кутових відстаней між рештов головок знаходиться як результат послідовного множення одичичної міри на відповідні числа оптимального кільцевого відношення n -го порядку. Наприклад, розміщення п'яти ($n=5$) головок за відношенням 1:3:10:2:5 дає змогу реалізувати 20 значень часу затримки зі заданим кроком дискретності і тим самим розширити діапазон регулювання запізнювання.

Слід відзначити, що вищевикладена постановка проблеми оптимізації систем іншими дослідженнями не розглядалася.

Практична реалізація принципу ОСВ у конкретних комбінаторних системах дає змогу розглядати в загальному випадку різні за постановкою задачі. Залежно від способу його реалізації можна виділити три основні типи оптимальних комбінаторних систем: геометричні, параметричні, змішаного типу. Системи першого типу характеризуються конструктивними особливостями. У системах другого типу наявна задача вибору оптимального співвідношення значень параметрів, за якими описуються властивості цих систем або процеси, що в них протікають. Третій тип об'єднує ознаки комбінаторних систем двох згаданих типів.

В задачах оптимізації систем можуть розглядатися величини будь-якої фізичної природи (електрична напруга, опір, фаза, інтервал часу, відстань тощо), що обумовлює можливість створення на основі принципу ОСВ пристроїв, машин і приладів різного призначення, а також відповідних технологій (способів кодування і декодування, перетворення сигналів і форми інформації; дозування, комутації і т.ін.).

З вищевикладеного випливає, що принцип ОСВ проникає в різні сфери науки і техніки: кібернетика, контрольно-вимірювальна техніка, інформаційні технології, електро- і радіотехніка, машинобудування, технічна фізика, зв'язок.

Другий розділ присвячений дослідженню комбінаторних конструкцій на послідовностях чисел та векторів за операцією додавання послідовно розміщених елементів у вигляді ланцюжкових або кільцеподібних структур.

Для спрощення викладок, пов'язаних з дослідженням послідовностей елементів як комбінаторних моделей оптимальних систем, кожній j -й впорядкованій парі чисел (p_j, q_j) :
 $p_j, q_j \in \{1, 2, \dots, n\}$ відповідає сума $S_j = S(p_j, q_j)$ на послідовності цілих додатних чисел $(k_1, k_2, \dots, k_i, \dots, k_n)$.

тобто

$$S_j = S(p_j, q_j) = \sum_{i=p_j}^{q_j} k_i, \quad p_j \leq q_j. \quad (2.1)$$

Впорядкована пара чисел (p_j, q_j) визначає суму $S(p_j, q_j)$ на послідовності чисел k_i , по суті, числовим кодом цієї суми. Множину утворених таким способом сум зручно подавати у вигляді таблиці, де кожна сума $S(p_j, q_j)$ займає місце в (p_j, q_j) -ій клітинці цієї таблиці. Таблиця сум – необхідний інструмент для дослідження комбінаторних властивостей будь-яких конфігурацій, поданих у вигляді відповідних графів.

Виведено ряд залежностей, які встановлюють зв'язок між кількістю n елементів комбінаторної конструкції, значенням R числа повторень сум та загальною сумою S_n усіх елементів досліджуваної конструкції, яка набуває вигляду ланцюжка або кільця, та запропоновано метод обчислення максимально можливої суми і кількості способів утворення сум. Показано, що кільцеві структури майже вдвічі порівняно з ланцюжковою структурою мають ширший діапазон комбінаторної різноманітності. Тому основна увага в роботі спрямована на дослідження комбінаторних моделей з кільцевою структурою. Найбільший інтерес викликає клас моделей, для яких таблиці сум набувають вигляду множини натуральних чисел, де кожне з чисел зустрічається точно R разів. Звідси випливає поняття про "ідеальний" ланцюжок й "ідеальне" кільце.

Таблиця сум для ідеального кільця містить весь набір натуральних чисел $1, 2, \dots, n(n-1)/R$, кожне з яких зустрічається точно R разів, а параметри цієї конструкції зв'язані між собою залежністю

$$S_n = n(n-1)/R - 1.$$

Логічним продовженням дослідження раціональної організації комбінаторних систем є перехід від одновимірних до дво- і багатовимірних конструкцій.

Простим (або одноразовим, $R=I$) двоимірним ідеальним кільцем n -го порядку називається послідовність $(K_{11}, K_{21}), (K_{12}, K_{22}), \dots, (K_{1i}, K_{2i}), \dots, (K_{1n}, K_{2n})$, на якій всі незалежні кільцеві вектор-суми

$$\left(\sum_{i=p_j}^{q_j} K_{1i} \pmod{l_1}, \sum_{i=p_j}^{q_j} K_{2i} \pmod{l_2} \right); p_j, q_j \in \{1, 2, \dots, n\}$$

визначають значення впорядкованих числових 2-наборів, елементами яких є відповідно числа $K_{1i} \in \{1, 2, \dots, l_1 - 1\}$ та $K_{2i} \in \{1, 2, \dots, l_2 - 1\}$.

Кільцева вектор-сума на послідовності впорядкованих 2-наборів визначається співвідношеннями

$$S(p_j, q_j) = \begin{cases} \left(\sum_{i=p_j}^{q_j} K_{1i}, \sum_{i=p_j}^{q_j} K_{2i} \right), & p_j \leq q_j \\ \left(\sum_{i=p_j}^n K_{1i} + \sum_{i=1}^{q_j} K_{1i}, \sum_{i=p_j}^n K_{2i} + \sum_{i=1}^{q_j} K_{2i} \right), & p_j > q_j \end{cases} \quad (2.3)$$

Нижче наведена таблиця вектор-сум, побудована для двоимірного ідеального кільця четвертого порядку $((I, I), (I, 2), (I, 4), (I, 3))$, $l_1 = n = 4$, $l_2 = n + 1 = 5$; $R = I$:

(1, 1)	(2, 3)	(3, 2)	(0, 0)
(0, 0)	(1, 2)	(2, 1)	(3, 4)
(3, 3)	(0, 0)	(1, 4)	(2, 2)
(2, 4)	(3, 1)	(0, 0)	(1, 3)

Кожна кільцева вектор-сума записана у вигляді -

$$\left(\sum_{i=p_j}^{q_j} K_{1i} \pmod{4}, \sum_{i=p_j}^{q_j} K_{2i} \pmod{5} \right).$$

де ρ_j і η_j - номер рядка і стовпчика відповідно. Елементи ідеального кільця розміщені у клітинках головної діагоналі таблиці. Вектор-суми $(0,0)$ назвемо залежними, а всі решта - незалежними. Всі незалежні кільцеві вектор-суми наведеної таблиці вичерпують значення впорядкованих пар чисел (2-наборів), елементами яких є відповідно числа, що належать множинам $\{1,2,3\}$ та $\{1,2,3,4\}$.

За аналогією до двовимірної ($t=2$) введено поняття тривимірного та багатовимірного ідеальних комбінаторних кілець, елементами яких є відповідно 3-набори або t -набори ($t > 3$), а також запропоновано визначення R -разового (R -кратного) t -вимірного ідеального комбінаторного кільця.

Необхідною умовою існування t -вимірного ідеального комбінаторного кільця n -го порядку кратності R на замкненому $L_1^x L_2^x \dots L_t^x$ - "паралелепіпеді" є задоволення вимоги:

$$n(n-1)/R = \prod_{i=1}^t L_i. \quad (2.4)$$

Можуть розглядатися також й інші різновидності ідеальних багатовимірних конструкцій, зокрема такі, в яких вектор-суми вичерпують значення впорядкованих t -наборів, утворених на елементах множини $\{0,1,2,\dots,L_i\}$ з урахуванням значень модулів по кожній зі складових вектора.

Доводиться необхідність вироблення загальної теоретичної бази для вивчення згаданих комбінаторних конструкцій, враховуючи наявність їх численних різновидностей та перахрещень з іншими інтерпретаціями через t -схеми, різницеві множини, зінгерові геометрії тощо.

В третьому розділі викладено основні положення теорії в'язанок – алгебричних об'єктів нової природи, в яких елементи і операції над ними зв'язані з топологічною структурою базової множини. В'язанка – це об'єкт, який складається з двох множин: базової множини – носія та множини операцій на елементах базової множини. Операції здійснюються на послідовно розміщених елементах з урахуванням їх впорядкування. Елементами можуть бути будь-які однорідні математичні об'єкти (числа, відрізки, вектори), а операціями – алгебричні чи геометричні перетворення, арифметичні дії тощо.

В роботі розглядаються в основному в'язанки за додаванням, елементами яких є цілі додатні числа (одновимірні числові в'язанки) або впорядковані t -набори чисел (t -вимірні в'язанки). Одновимірна ідеальна числова в'язанка за додаванням утворюється на впорядкованій множині чисел заданої конфігурації, на якій всі породжувані нею суми вичерпують натуральний ряд чисел зі заданою кількістю повторень цих чисел.

В'язанки можуть набувати будь-якого вигляду (ланцюжок, кільце, зірка тощо). Тому слід розрізняти ланцюжкові, кільцеві, зіркоподібні та інші різновиди в'язанок.

Одновимірна ($t=1$) числова ідеальна кільцева в'язанка (ІКВ) (або просто- ідеальне кільце) з параметрами n, R – це n -послідовність цілих додатних чисел, на якій всі можливі кільцеві суми набувають числових значень натурального ряду $1, 2, \dots, S_n$, а кожне з чисел $1, 2, \dots, S_n-1$ є значенням R різних кільцевих сум S_j з числовими кодами (p_j, q_j) , що відрізняються між собою.

В роботі подається також визначення поняття t -вимірної ІКВ.

Запропоновано систему класифікації числових в'язанок за рядом ознак. Показано, що за своїм математичним походженням ідеальні в'язанки розділяються на такі, що можуть віддзеркалювати властивості класичних комбінаторних конфігурацій, і отже, породжуватися останніми, та в'язанки нового походження, які не мають класичних аналогів.

Вперше досліджено питання про існування та можливість побудови ідеальних некільцевих в'язанок вище третього ($n > 3$) порядку. Однак основна увага зосереджена на дослідженні ідеальних кільцевих в'язанок (ІКВ).

На підставі дослідження взаємних зв'язків між класичними комбінаторними конфігураціями та ІКВ визначені умови існування одно- й багатовимірних ідеальних в'язанок.

Досліджені ІКВ з параметрами зінгерових різницевих множин

$S_n = (q^{m+1} - 1)/(q - 1), n = (q^m - 1)/(q - 1), R = (q^{m-1} - 1)/(q - 1)$, що відповідають гіперплощинам у проективній геометрії (PG) розмірності m над полем Галуа $GF(q)$, де $q = p^\alpha$, p - просте, α - ціле число. Встановлено, що не може існувати дворазових ($R=2$) ІКВ зі згаданими параметрами.

Проблема визначення умов існування ІКВ за результатами дослідження різницевих множин ускладнюється тим, що за встановленою класифікацією різні типи множин можуть перетинатися й не виключена можливість існування множин невідомих типів.

З відомих результатів на підставі встановленого взаємозв'язку між двовимірною РМ і двовимірною ІКВ встановлено:

1) достатньою умовою існування 2-вимірної ІКВ з параметрами

$S_n = l_1 \times l_2, n, R$ є існування одновимірної ІКВ з такими ж параметрами; 2) 2-вимірна ІКВ з параметрами $l_1 \times l_2, n, R$ може існувати, якщо $l_1 = p^\alpha, l_2 = p^\alpha - 1, n = p^\alpha - 1$, де p - просте

число, $p > 2$, α - ціле; 3) для існування 2-вимірної ІКВ n -го порядку кратності R необхідно й достатньо, щоб задовольнялася вимога $n \equiv 3 \pmod{4}$, де $n = p^\alpha \cdot l_1 \cdot l_2$, $l_1 = n + 1$, $l_2 = (n - 1)/2$, $(l_1, l_2) = 1$.

В роботі показано, що умови існування 2-вимірних ІКВ, утворених з одновимірних, можна поширити й на багатовимірні ІКВ.

Дослідження властивостей ІКВ привело до розгляду алгебри в'язанок на полях Галуа. В роботі показано, що ІКВ є по суті адекватним відображенням властивостей мультиплікативної структури циклічних груп полів Галуа, що дає змогу звести поняття розширеного поля до рівня поняття про число. Результати дослідження відображень циклічних груп полів Галуа на ІКВ свідчать про спільність математичних законів великого класу комбінаторних конфігурацій, які легко описати за допомогою ІКВ.

Розглянуто питання про потужність множин ідеальних в'язанок, розрахована таблиця потужності повних сімей ІКВ зінгерового типу для $3 \leq n < 1000$, $n \leq S_n/2$.

Розроблено комплекс операцій для перетворення багатовимірних ІКВ з одного варіанту в інші. До таких операцій належать: зміщення, інверсія, перестановка, доповнення, множення на вектор-коефіцієнт, впорядкування. Кожна зі згаданих операцій приводить залежно від виду перетворення до автоморфних або ізоморфних переходів ІКВ. Ізоморфні перетворення здійснюються за допомогою множення або впорядкування і дають змогу формувати повні сім'ї багатовимірних в'язанок.

З метою вироблення загального підходу до вивчення компактних (неідеальних) в'язанок введено поняття функції зв'язності на впорядкованій множині цілих додатних чисел як міні-

мально можлива кількість утворених з її елементів в'язанок зі заданими обмеженнями на число способів одержання сум з однаковими значеннями. Доведено ряд теорем стосовно встановлення граничних значень параметрів для деяких в'язанок. Наведені таблиці з характеристиками компактних в'язанок, зокрема обчислених за допомогою функції зв'язності.

З метою розширення сфери застосування комбінаторних методів оптимізації систем за допомогою використання апарату теорії в'язанок запропоновано інтерпретацію багатовимірних в'язанок у вигляді таблиць вектор-сум та відповідних матричних представлень. Показана можливість поширення поняття в'язанки на впорядковані множини функцій, поліномів та інші математичні об'єкти — перспективного напрямку дослідження в області оптимізації систем.

В четвертому розділі розглянуто питання синтезу в'язанок.

Всі методи побудови в'язанок можна розділити на класичні і некласичні. Класичні методи базуються на основних теоретичних положеннях комбінаторного аналізу та встановленого взаємозв'язку між класичними конфігураціями й ідеальними кільцевими в'язанками, що дає змогу розробляти алгоритми синтезу ІКВ на базі існуючих положень і теорем. Некласичні методи передбачають застосування оригінальних алгоритмів.

Один з класичних методів швидкої побудови ІКВ базується на використанні множників циклічної різницевої множини. Оскільки таблиця кільцевих сум — це сукупність блоків циклічної блок-схеми, множення будь-якого її рядка чи стовпчика на ціле число за модулем S_n рівнозначно множенню на це число ІКВ, яке задане таблицею. Синтез зводиться до знаходження відповідних множників і всіх їхніх степенів $0, 1, \dots, \dots, n-1$ за модулем S_n , які й визначають елементи ІКВ.

Описаний метод стосується побудови ІКВ, які відповідають множинам типу Q (множини квадратичних лишків). Для побудови ІКВ інших типів необхідні інші методи. Це основний недолік класичних методів.

Синтез ІКВ зінгерового типу здійснюється за допомогою побудови розширених полів Галуа. Метод вимагає знаходження первісних незвідних над полем поліномів відповідного степеня що для загального випадку є складною задачею. За наявності таких поліномів класичний метод дає змогу генерувати множини ІКВ і компактних в'язанок з тисячами й більше елементів, що підтверджують результати програмної реалізації описаних в роботі методів. Приводиться таблиця повних сімей деяких ІКВ для $3 < n < 30$; повні множини сімей ІКВ знаходилися з базових ІКВ за допомогою коефіцієнтів ізоморфних перетворень. В роботі наведено приклад побудови ІКВ 200-го порядку за алгоритмом, який полягає в знаходженні асиметрії розподілу лишків за $\text{modd}(x^3 - x - 4, 199)$ в алгебричній структурі поля $\mathbb{GF}(199^3)$.

Запропоновано метод синтезу компактних в'язанок з ІКВ, який полягає в знаходженні усіх можливих варіантів ІКВ такої в'язанки, яка містить найбільше число; після його відкидання одержують потрібний результат.

Відсутність єдиного підходу до синтезу ІКВ різних типів висуває проблему створення ефективних алгоритмів для побудови повних сімей ІКВ на основі нетрадиційних підходів. В роботі розглянуті алгоритми вибіркового перемішення та асиметричних розгалужень. За часовою оцінкою ці алгоритми поступаються класичним, однак вони дають змогу здійснювати перевірку теоретичних положень і гіпотез стосовно існування деяких типів конфігурацій.

Розглянуто питання швидкого синтезу багатократних ІКВ за допомогою базових ІКВ методом доповнення.

Запропоновано ефективний метод синтезу багатовимірних ІКВ з одновимірних, в основі якого лежить метод перетворення циклічних різницевих множин у двовимірні РМ. Алгоритми випливають з відомих методів синтезу двовимірних РМ та послідовностей, відомих як "різницеві множини, збалансовані на два рівні". В роботі наведені результати комп'ютерної побудови дво- і тривимірних ІКВ з одновимірних ІКВ.

Розглянуто три групи методів синтезу компактних в'язанок: а) методи, що базуються на прямому переборі варіантів числових послідовностей та знаходженні серед них потрібного варіанту; б) методи, які передбачають перетворення ідеальних в'язанок; в) групові та теоретико-числові методи, пов'язані з використанням апарату теорії чисел і теорії груп.

В основі алгоритму генерації повних сімей компактних лінійок мінімальної довжини (лінійок Голомба) лежить видозмінений алгоритм асиметричних розгалужень, в якому передбачено аналіз ситуацій, коли здійснюються пропуски сум на відповідних кроках дерева пошуку розв'язків. Алгоритм ілюструється деревом розв'язків для побудови повної сім'ї лінійок Голомба п'ятого порядку: (1, 7, 3, 2, 4), (1, 7, 4, 2, 3), (1, 3, 6, 2, 5), (1, 3, 6, 5, 2). Дослідження показали, що компактні в'язанки будь-яких високих порядків можна знайти безпосередньо з ІКВ вищих порядків.

Проблема синтезу в'язанок охопила широке коло питань, пов'язаних з теоретичними і прикладними аспектами оптимізації систем.

У п'ятому розділі розкриваються можливості практичного застосування викладених в роботі методів і принципів для проектування нових пристроїв, систем і технологій з поліпшеними технічними показниками. Показано, що в комбінаторних системах, реалізованих за принципом ОСВ, можуть використовуватися оптимальні співвідношення величин будь-якої фізичної природи, що дає змогу ефективно розв'язувати широке коло науково-технічних задач різних галузей техніки.

Залежно від характеру об'єкта дослідження комбінаторні системи можна розглядати як: коди, сигнали, схеми, шкали, таблиці, міри, пристрої, конструкції, споруди, технології. Велику групу оптимальних комбінаторних систем становлять коди, до числа яких належать двійкові коди з високою захищеністю від завад, коди швидкого перетворення інформації тощо. Сигнали включають в себе описані в ряді публікацій нерегулярні імпульсні послідовності з добрими кореляційними властивостями, бінарні фазоманіпульовані сигнали та інші види дискретних сигналів. Комбінаторні схеми об'єднують оптимальні схемні рішення численних задач комутаційної та інформаційної техніки, автоматичн, зв'язку. До комбінаторних шкал належать пристрої відліку, а до мір - багатозначні міри, засоби контролю фізичних величин тощо. Таблиці з комбінаторними властивостями служать основою для створення систем кодування і декодування інформації, побудови оптимальних планів експерименту та ін. Пристрої, конструкції, споруди охоплюють різні сфери практичного застосування в'язанок, що ілюструється багатьма прикладами реалізації принципу ОСВ в конкретних технічних рішеннях, пов'язаних з вимірюванням і контролем фізичних величин, перетворенням енергії та інформації, комутацією, кодуванням, керуванням, дозуванням.

Встановлено, що будь-яка ІКВ може стати базовою для побудови завадостійкого коду, причому найліпше застосовувати ІКВ з параметрами, зв'язаними між собою залежністю $n = 2R$ для парних, або $n = 2R + 1$ - для непарних значень n . За таких умов код потужністю S_n дає змогу виявляти до $n - 1$ або виправляти до $n/2 - 1$ помилок для парних, і виявляти до n або виправляти до $(n - 1)/2$ помилок - для непарних значень n [1,4].

Показано, як з ІКВ n -го порядку можна легко одержати повну сім'ю попарно ортогональних латинських квадратів порядку $(n - 1)$, які набувають широкого застосування під час побудови завадостійких кодів різного типу (наприклад, блокових, кодів змінної довжини тощо), створення алгоритмів кодування і декодування, забезпечення криптистичності пересилання інформації, розв'язання проблеми синхронізації та інших задач [1,4].

Вперше запропоновано і розроблено кільцевий монолітний код, розглянуто основні властивості цього коду й подано схему реалізацію пристрою для кодування чисел в монолітному коді. Під монолітним розуміємо код, дозволені комбінації якого утворюють послідовності груп підряд ідучих одностійкових символів. Якщо в кодовій послідовності з'являється помилка, то більшість з них одразу ж виправляється простим зведенням прийнятої комбінації до "монолітного" вигляду. Це забезпечує високу захищеність монолітного коду, що нагадує про подібні властивості "одиночного" коду, який лежить в основі інформаційних обмінних процесів у живих організмах. Останній можна розглядати як окремий випадок монолітного коду, коли всі значення ваг розрядних цифр однакові, і поява помилки в одному розряді оцінюється лише в один квант [1,4].

Многоти́тий код дає змогу проектувати пристрої кодування інформації високої надійності та швидкодії [63].

Досягнення в області мікроелектроніки роблять реальною мету створення комп'ютерної техніки на одиничному коді. Побудова таких пристроїв значно спрощується, якщо задачу вирішувати на основі використання ІКВ. В роботі наведено приклад схемної реалізації пристрою перетворення інформації в одиничний код, в якому реалізовано принцип ОСВ [61].

Принцип мажоритарного декодування знаходить застосування як ефективний метод виправлення багаторазових помилок. Цим пояснюється великий інтерес до розв'язування задач, в яких розглядається мажоритарне декодування. В роботі наведено приклад алгоритмічної побудови системи контрольних перевірок циклічних кодів з мажоритарною схемою декодування на основі використання ІКВ [1, 4].

Можливість синтезу пристроїв перетворення інформації з поліпшеними технічними характеристиками на основі принципу ОСВ випливає з властивості ІКВ, за якою спрощується кодування чисел. В роботі наведено приклади застосування згаданого принципу для побудови ряду нових технічних пристроїв, серед яких матриця декодування "код-напруга" підвищеної надійності яку можна застосовувати в різних функціональних вузлах цифрової техніки [57], цифро-аналоговий перетворювач "код-напруга" підвищеної надійності [62], пристрій перетворення кутового переміщення в код спрощеної конструкції [45], пристрій для індикації кута повороту вала з розширеним діапазоном роботи [38]. В згаданій матриці декодування [57] і перетворювачі "код-напруга" [62] число керування кодом ключів, що одночасно обтікається струмом, не залежить від розрядності коду, завдяки цьому поліпшуються умови роботи цих пристроїв. У двох

інших пристроях вдалося підвищити точність перетворення механічних переміщень в код, не збільшуючи кількості чутливих елементів, а також спростити конструкцію кодового диску [38, 45].

Пристрій формування імпульсів керованої довжини [43] містить кільцевий регістр зсуву з n групами елементів зсуву, число яких в i -й ($i=1, 2, \dots, n$) групі дорівнює числовому значенню відповідного елемента ІКВ n -го порядку. Вхід регістру зсуву під'єднаний до джерела імпульсів запуску, а виходи кожної з груп елементів зсуву сполучені зі входом двопольного комутатора, керованого логічною схемою. Занесений в кільцевий регістр сигнал "1" циркулює в ньому з періодичністю, яка визначається частотою синхроімпульсів, і з'являється на виходах груп елементів зсуву з інтервалами часу, пропорційними числам ІКВ. Потрібне значення тривалості імпульсу встановлюється комутацією виходу двопольного комутатора з обраними виходами двох з n груп елементів зсуву. При цьому можна одержати будь-яке значення тривалості імпульсу від t_0 (задається як крок дискретності) до $t_0 \cdot n(n-1)$ згідно з таблицею кільцевих сум, складеною для обраної ІКВ. Реалізація принципу ОСВ в цьому пристрої [43] дала змогу поєднати простоту виконання з розширенням діапазону тривалості вихідних імпульсів. Описаний пристрій є прикладом побудови оптимальної комбінаторної системи схемно параметричного типу.

Прикладом побудови на основі принципу ОСВ системи геометричного типу є комутаторний пристрій для періодичного переривання електричного струму, наприклад, в колі живлення електронагрівальних елементів. Пристрій містить обмежене число електропровідних ламелей, довжини яких по твірній

навколо обертання рухомого контакту переризача пропорційні числам обраної ІКВ. Під час роботи рухомий контакт перебуває в замкненому стані з кожною ламеллю по черзі протягом інтервалу часу, пропорційного довжині ламелі. Це дає змогу за умови постійної кутової швидкості обертання рухомого контакту й обмеженого числа нерухомих контактів перетворювача формувати команди в широкому діапазоні регулювання тривалості інтервалів переривання зі заданим кроком дискретності. Відсутність складних вузлів спрощує конструкцію пристрою, а застосування монолітного коду для керування [63] його роботою забезпечує високу надійність і широкі функціональні можливості [55].

Пристрої запам'ятовування призначені для відтворення запам'ятованої інформації з деякою затримкою, і можуть набирати різних форм конструктивного виконання – від простих схем затримки з комутацією елементів запам'ятовування до блоків з магнітними головками спеціальної конструкції. В роботі показано, що впровадження принципу ОСВ дає змогу мінімізувати кількість елементів і спростити конструкцію пристрою зі збереженням широкого діапазону регулювання часу затримки [35, 41, 44].

Диференціатори електричної напруги, в яких реалізовано принцип ОСВ, мають розширений діапазон вибору часу формування приросту вхідних сигналів, що дає змогу оптимізувати роботу пристроїв з урахуванням діяння різного роду зовнішніх шкідливих впливів [39, 47]. Такі вузли встановлюють у вхідних колах вимірювальних приладів та пристроїв автоматики. В роботі наводиться опис схеми та розрахункові дані багаточислового приладу для автоматичного вимірювання швидкості зміни температури, в якому комутатор входів виконує одночасно

функції дискретного диференціатора напруги з можливістю встановлення потрібного діапазону вимірювання швидкості зміни температури [51].

Кільцеві подільники напруги та мостові схеми вимірювання напруги компенсаційним методом підвищують надійність і точність завдяки скороченню числа елементів комутації в електричному колі з одночасним збереженням широкого діапазону вимірювання [50, 59].

Аналогічний позитивний ефект дієння принципу ОСВ поширюється й на способи вимірювання будь-яких інших фізичних величин, наприклад, часових інтервалів методом порівняння вимірюваного та еталонних інтервалів [56], куткових розмірів за допомогою багатозначних мір [42] тощо.

В реалізованих багатофазних фазообертачах відсутні рухомі частини (ротор і редуктор), а статорна обмотка містить n систем L -фазних відпайок, закріплених з відносними зсувами за фазою згідно кільцевої пропорції обраної ІКВ n -го порядку. Це дає змогу реалізувати $L(n^2 - n + 1)$ -і різних значень фазового зсуву в діапазоні від φ до $(360 - \varphi)$ ел.град. з дискретом $\varphi = 360/L(n^2 - n + 1)$ ел. град. [37]. Розглянутий підхід лежить в основі створення цілого класу фазообертачів спрощеної конструкції. Зокрема приводиться опис керованого кодом багатофазного фазорегулятора з будь-яким заданим законом регулювання [46], а також трифазного регульованого випрямляча з діодно-тиристорним мостом, який дає змогу одержати будь-яку зовнішню характеристику випрямлення [52].

В області радіотехніки розкриваються можливості створення компактних і простих за конструкцією пристроїв регулювання величини коефіцієнта зв'язку між коливними контурами в смугових фільтрах [49], пристроїв узгодження повних опорів

з розширенням діапазоном регулювання опорів, що дає змогу зменшити втрати електромагнітної енергії у високочастотних трактах радіотехнічних систем [58].

Особливий інтерес спеціалістів в області конструювання антенних пристроїв викликає можливість застосування циклічних і двовимірних РМ для синтезу антенних решіток з нееквідистантною структурою. Основна їх перевага – значне скорочення числа елементів без втрати роздільної здатності при збереженні низького рівня бічних пелюстків. В роботі показано, що використання ІКВ для побудови прямолінійних і площинних нееквідистантних антенних решіток спрощує проектування багатоелементних антен з тисячами симетрично розміщених відносно середньої лінії випромінювачів.

Запропоновано спосіб дозування речовин, який полягає в розбитті речовини на частини за впорядкованим кільцевим набором мір, співвідношення величин яких пропорційні елементам ІКВ. Застосування способу дає змогу розширити діапазон відмірювання гармонічних доз найрізноманітніших речовин – в'язких рідких, твердих, сипучих, що має місце на виробництві, в торгівлі, на будівництві, в промисловості [36].

Аналогічно закону дозування речовин може здійснюватися дозування теплового потоку під час обробки виробів (сушіння, опромінювання тощо). При цьому обробку виконують протягом інтервалів часу, пропорційних числам ІКВ. Ілюстрацією до реалізації способу є схема карусельного агрегату для сушіння виробів, який містить корпус з вікнами для завантажування-розвантажування виробів і вертикальний ротор з полицями для розміщення виробів. Вікна встановлені з кутовими зсувами за ІКВ, що дало змогу поліпшити експлуатаційні умови під час обробки виробів різного типу [53].

В додатках розглядаються деякі питання, пов'язані з дослідженням комбінаторних конструкцій за допомогою графів; наводяться результати комп'ютерного обчислення таблиць потужності повних сімей зінгерових ІКВ до 1000-го порядку і повних сімей деяких ІКВ до 30-го порядку; приклади програмної реалізації алгоритму асиметричних розгалужень для синтезу ІКВ, машинного синтезу дво- і тривимірних ІКВ, системи попарно ортогональних латинських квадратів за допомогою ІКВ; довідка про особистий внесок автора; матеріали апробації і впровадження результатів дисертаційних досліджень.

ОСНОВНІ РЕЗУЛЬТАТИ РОБОТИ

1. Запропоновано загальний підхід до ефективно побудови на комбінаторній основі технічних пристроїв та систем з нееквідистантною структурою і науково обгрунтовані переваги цього підходу під час розв'язування науково-технічних задач в області інформаційно-вимірвальної техніки, автоматичної, електро- й радіотехніки, комп'ютерної техніки, зв'язку.

2. Сформульовано і обгрунтовано принципи оптимальних структурних відношень (ОСВ), суть якого полягає в подоланні технічної суперечності між прагненням, з одного боку, забезпечити можливість реалізації максимальної різноманітності комбінаторних станів системи, а з другого – мінімізувати технічні засоби для реалізації цієї різноманітності.

3. Запропоновані зручні для дослідження системних об'єктів з нееквідистантною структурою комбінаторні моделі на впорядкованих множинах чисел (або векторів), які спрощують практичну реалізацію принципу ОСВ і теоретичні дослідження комбінаторних конфігурацій (зокрема циклічних блок-схем, дво- і багатовимірних різницевих множин).

4. Розроблено конструктивний метод технічної реалізації принципу ОСВ, який базується на використанні комбінаторних властивостей ідеальних кільцевих в'язанок (ІКВ) – нових інтерпретацій класичних комбінаторних конфігурацій, значно зручніших від останніх з погляду можливостей практичного застосування.

5. Встановлення теоретичного взаємозв'язку між ІКВ та алгебричною структурою циклічних груп полів Галуа, а також запропоноване узагальнення алгебр (теорія в'язанок) збагатило методологію синтезу оптимальних комбінаторних систем і розширило сферу теоретичних й прикладних досліджень в комбінаторній науці.

6. Розроблено комплекс методів та алгоритмів машинного синтезу і дослідження ІКВ, що розширює можливості застосування запропонованого підходу для проектування технічних пристроїв, технологій та систем різного призначення з поліпшеними якісними показниками за надійністю, точністю, діапазоном роботи, функціональними можливостями.

7. Ефективність запропонованого підходу і комплексу розроблених методів та алгоритмів підтверджена результатами їх практичного застосування в ряді конкретних технічних пристроїв, приладів і технологій, частина з яких впроваджена на виробництві.

Дисертант висловлює вдячність Різнику О.Я., Купчаку М.В., Опиру Ю.М. за допомогу під час програмування та комп'ютерної обробки результатів дисертаційних досліджень, а також колегам по роботі за корисні поради, критику і підтримку.

ОСНОВНІ ПУБЛІКАЦІЇ ПО ТЕМІ ДИСЕРТАЦІЇ

I. Монографії, навчальні посібники, брошури.

1. Різник В.В. Синтез оптимальних комбінаторних систем.- Львів: Вища школа, 1989, - 168 с.
2. Різник В.В. Оптимальные комбинаторные модели систем с кольцевой структурой.- К., 1989, - С.201. Рукопись деп. в Укр НИИ НТИ, № 301.
3. Різник В.В. Комбінаторні моделі систем на в'язанках чисел.- К., 1989.- 36 с.(Препринт/Інститут теоретичної Фізики АН УРСР, ІТФ-89-47Р).
4. Різник В.В. Комбінаторні моделі і методи оптимізації в задачах інформатики: Навч. посібник.- К.: НМК ВО, 1991. - 72 с.
5. Різник В.В. Елементи теорії впорядкованих комбінаторних наборів: Навч. посібник. - К.: НМК ВО, 1992. - 88 с.
6. Різник В.В. Текст лекції з курсу "Проектування АСНД і комплексних випробувань: Елементи комбінаторики в задачах проектування АСНД"- Львів, ЛПІ; 1992. - 30 с.

II. Статті.

7. Різник В.В. Об одном способе оптимального построения дискретных систем.// Электроника и моделирование. Киев: Наукова думка, Выпуск 8, 1975, с.12-15.
8. Різник В.В. Устройства регулируемой задержки на комбинаторных схемах.// Теоретическая электротехника, Львов:
9. Різник В.В. Идеальные кольцевые отношения и возможности их практического использования.// Автоматика. Киев: Институт кибернетики АН УССР, № 3, 1981, с.87-90.

10. Ризник В.В. О возможности построения устройств и систем информационно-измерительной техники на основе принципа идеальных кольцевых отношений.// Контрольно-измерительная техника, № 32, Львов: Вища школа, 1982, с.115-121.
11. Ризник В.В. Алгоритм генерации на ЭВМ полных семейств идеальных колец.// Контрольно-измерительная техника, № 33, Львов: Вища школа, 1983, с.123-128.
12. Ризник В.В., Фабри Л.П. Алгоритм построения с помощью ЭВМ гиперлатинских квадратов на базе идеальных кольцевых отношений.// Контрольно-измерительная техника, № 35, Львов:Вища школа, 1984, с.101-103.
13. Ризник В.В. Об одном способе построения систем контрольных проверок циклических кодов с мажоритарной схемой декодирования.// Контрольно-измерительная техника, № 36, Львов:Вища школа, 1984, с.104-106.
14. Ризник В.В., Юзвч И.И. Об одном способе построения кодов со свойством "не более одного совпадения".// Технические средства автоматизации измерений и управления научными исследованиями, № 188, Львов:Вища школа, 1984, с.87-89.
15. Ризник В.В. Погрешность квантования в идеальном кольцевом наборе мер.// Теория и проектирование полупроводниковых и радиоэлектронных устройств, № 186, Львов:Вища школа, 1984, с.102-103.
16. Ризник В.В., Скобылко И.Я. Об одном способе оптимального построения дискретных преобразователей информации на комбинаторной основе.// Контрольно-измерительная техника, № 37, Львов:Вища школа, 1985, с.93-97.
17. Ризник В.В. Об одном способе организации управления и оптимизации функционирования систем на комбинаторной основе.//Автоматика.К.: ИК АН УССР, № 3, 1985, с.81-84.

18. Ризник В.В., Фабри Л.П. Дискретное дифференцирующее устройство на комбинаторной схеме.// Контрольно-измерительная техника, № 38, Львов:Вища школа, 1985, с.98-100.
19. Ризник В.В., Ризник О.Я. Алгоритм построения с помощью ЭВМ полных семейств простых и многократных идеальных числовых отношений.// Контрольно-измерительная техника, № 38, Львов:Вища школа, 1985, с.128-131.
20. Ризник В.В., Ризник О.Я., Скобылко И.Я., Повшук В.А. Устройства преобразования информации на упорядоченных комбинаторных моделях.// Контрольно-измерительная техника, № 39, Львов:Вища школа, 1986, с.43-46.
21. Ризник В.В., Ризник О.Я., Григорьев А.С. Построение дискретных сигналов с хорошими корреляционными свойствами на основе идеальных числовых отношений.// Контрольно-измерительная техника, № 41, Львов:Вища школа, 1987, с.16-17.
22. Чаплин А.Ф., Ризник В.В., Ризник О.Я., Коваль Б.В., Захарчук И.Р. Оптимальные радиосистемы на комбинаторных моделях.// Контрольно-измерительная техника, № 42, Львов: Вища школа, 1987, с.84-86.
23. Ризник В.В., Ризник О.Я. О возможности применения идеальных кольцевых отношений для синтеза оптимальных частотно-компенсационных антенных решеток.// Контрольно-измерительная техника, № 43, Львов:Вища шк., 1988, с.15-19.
24. Ризник В.В., Опыр Ю.М., Купчак М.В., Бандырская О.В. Синтез планов дисперсионного анализа на основе принципа идеальных кольцевых отношений.// Технические средства автоматизации измерений и управления научными исследованиями, № 229, Львов:Вища школа, 1988, с.25-28.
25. Ризник В.В. Многомерные комбинаторные модели систем с

- оптимальным распределением элементов структуры.// Контрольно-измерительная техника, № 45, Львов:Вища школа, 1989, с.19-22.
26. Ризник В.В., Бандирская О.В. Синтез преобразователей информации на комбинаторных схемах.// Контрольно-измерительная техника, № 46, Львов:Вища школа, 1989, с.34-36.
27. Ризник В.В., Ризник О.Я., Бандирская О.В. Синтез помехоустойчивых кодов на основе идеальных числовых отношений. //Контрольно-измерительная техника, № 47, Львов:Вища шк. 1990, с.3-6.
28. Ризник В.В., Бандирская О.В. Кольцевой делитель напряжения на комбинаторной схеме.// Техн. средства автоматизации измерений и управления научными исследованиями, № 248, Львов:Вища школа, 1990, с.112-115.
29. Ризник О.Я., Ризник В.В. Комплекс алгоритмов и программ для синтеза комбинаторных моделей оптимальных систем.// Контрольно-измерительная техника, № 48, Львов:Вища школа 1991, с.16-18.
30. Бандирська О.В., Рибіцький Т.О., Різник В.В. Комбінаторні моделі в задачах оптимізації систем.// Технічні засоби автоматизації вимірів та керування науковими дослідженнями, № 257, Львів: Світ, 1991, с.7-10.
31. Різник В.В., Різник О.Я., Межирецький М.А. Про перелік комбінаторних моделей типу ідеальних кільцевих відношень.// Контрольно-вимірвальна техніка, № 49, Львів: Світ, 1992, с.23-24.
32. Різник В.В. Комбінаторні моделі на одновимірних і багатовимірних зв'язках.// Технічні засоби автоматизації вимірів та керування науковими дослідженнями, № 267, Львів: Світ, 1992, с.81-83.

33. Різник В.В. Комбінаторний принцип оптимізації багатозначних мір// Контрольно-вимірвальна техніка, № 50, Львів: Світ, 1993, с.6-8.
34. Різник В.В., Кісь Я.Л., Данклев Н.С. Дослідження комбінаторних конфігурацій на ідеальних в'язанках// Технічні засоби автоматизації вимірів та керування наук. дослідженнями, № 275, Львів; 1993, с.50-52.

III. Авторські свідоцтва.

35. А.с. № 347788 ССРСР. Запоминающее устройство/ Різник В.В. Бюл. изобр. 1972. № 24.
36. А.с. № 429276 ССРСР. Способ дозирования веществ /Різник В.В. Бюл. изобр. 1974. № 19.
37. А.с. № 443460 ССРСР. Дискретное фазорегулирующее устройство /Різник В.В. Бюл. изобр. 1974. № 34.
38. А.с. № 461436 ССРСР. Устройство индикации угла поворота вала /Різник В.В. Бюл. изобр. 1975. № 7.
39. А.с. № 477357 ССРСР. Дифференциатор электрических напряжений /Різник В.В. Бюл. изобр. 1975; № 26.
40. А.с. № 480107 ССРСР. Коммутатор для многоламельных блоков запаздывания /Різник В.В. Бюл. изобр. 1975. № 29.
41. А.с. № 512490 ССРСР. Запоминающее устройство /Різник В.В. Бюл. изобр. 1976. № 16.
42. А.с. № 517778 ССРСР. Мера для контроля угловых размеров/ Різник В.В. Бюл. изобр. 1976. № 22.
43. А.с. № 519854 ССРСР. Формирователь импульсов /Різник В.В. Бюл. изобр. 1976. № 24.
44. А.с. № 523446 ССРСР. Запоминающее устройство /Різник В.В. Бюл. изобр. 1976. № 28.

45. А.с. № 527725 СССР. Преобразователь угол-код /Ризник В.В. Бюл.изобр. 1976. № 33.
46. А.с. № 528679 СССР. Устройство для фазового управления /Ризник В.В. Бюл. изобр. 1976. № 34.
47. А.с. № 532054 СССР. Устройство для дискретного дифференцирования электрических напряжений /Ризник В.В. Бюл.изоб. 1976. № 39.
48. А.с. № 535622 СССР. Многоканальный кольцевой коммутатор/Ризник В.В. Бюл. изобр. 1976. № 42.
49. А.с. № 586544 СССР. Устройство для ступенчатого регулирования коэффициента межкантурной связи /Ризник В.В. Бюл. изобр. 1977. № 48.
50. А.с. № 597052 СССР. Кольцевой делитель напряжения/ Ризник В.В. Бюл. изобр. 1978. № 9.
51. А.с. № 670828 СССР. Устройство для измерения скорости изменения температуры /Ризник В.В. Бюл. изобр. 1979. №24.
52. А.с. № 694850 СССР. Дискретное фазорегулирующее устройство /Ризник В.В. Бюл. изобр. 1979. № 40.
53. А.с. № 783542 СССР. Карусельный агрегат для сушки изделий /Ризник В.В. Бюл. изобр. 1980. № 44.
54. А.с. № 809330 СССР. Устройство для записи-воспроизведения информации /Ризник В.В. Бюл. изобр. 1981. № 8.
55. А.с. № 936129 СССР. Коммутаторное устройство /Ризник В.В. Бюл. изобр. 1982. № 22.
56. А.с. № 983633 СССР. Способ измерения временных интервалов /Ризник В.В. Бюл. изобр. 1982. № 7.
57. А.с. № 1039029 СССР. Декодирующая матрица /Ризник В.В. Бюл. изобр. 1983. № 32.
58. А.с. № 1099383 СССР. Устройство для согласования полных сопротивлений /Ризник В.В. Бюл. изобр. 1984. № 23.

59. А.с. № II09657 СССР. Способ измерения напряжений и устройство для его осуществления /Ризник В.В. Бюл. изобр. 1984. № 31.
60. А.с. № II73907 СССР. Способ коммутации резистивных элементов в магазине сопротивлений /Ризник В.В. Бюл. изобр. 1985. № 31.
61. А.с. № II79543 СССР. Устройство для преобразования чисел в единичный код /Ризник В.В. Бюл. изобр. 1985. № 34.
62. А.с. № II90448 СССР. Управляемый делитель напряжения /Ризник В.В., Фабри Л.П. Бюл. изобр. 1985. № 41.
63. А.с. № I228289 СССР. Способ преобразования сигналов и устройство для его осуществления /Ризник В.В., Фабри Л.П., Скобылко И.Я., Балыч Б.И., Ризник О.Я. Бюл. изобр. 1986. № 16.
64. А.с. № I434447 СССР. Устройство для коммутации каналов связи в многоканальной системе обмена информацией /Ризник В.В., Бандырская О.В. Бюл. изобр. 1988. № 40.

Особистий внесок. В роботах, опублікованих в співавторстві, дисертанту належить: [12,19,22,23] – розроблення алгоритму рішення задачі; [62,63,64] – авторство ідеї; в решті публікацій – постановка задачі дослідження, участь в її рішенні, наукове керівництво, аналіз результатів.

Riznyk V.V. Research of Combinatorial Configurations and their applications for Synthesis of Engineering Devices and Systems with Nonuniform Structures. Dissertation for doctoral degree in technical sciences in speciality 05.13.16 - Application of computer technics, mathematical simulation and mathematical methods in scientific research, Vinnytsia State Technical University, Vinnytsia, 1994.

33 scientific papers and 30 author's certificates are defended. The research deals with the phenomenon of "perfect" division of sets into parts taking place in combinatorics and on the basis of this research a method of synthesis is worked out of engineering devices and systems with nonuniform structure. It has been shown that the application of the proposed method allows to improve the quality indexes of the devices being worked out concerning the reliability, etc.

Ризник В.В. Исследование комбинаторных конфигураций и их применение для синтеза технических устройств и систем с неэквидистантной структурой. Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.13.16 - применение вычислительной техники, математического моделирования и математических методов в научных исследованиях, Винницкий государственный технический университет, Винница, 1994.

Защитается 33 научные работы и 30 авторских свидетельств, которые содержат исследование явления "совершенного" деления множеств на части, имеющее место в комбинаторике, и на его основе разработан метод синтеза технических устройств и систем с неэквидистантной структурой. Показано, что использование этого метода дает возможность улучшать качественные показатели разрабатываемых устройств по надежности и др.

Ключові слова: оптимальне розміщення, простота, надійність.

Підп. до друку 23.09.94 . Формат 60x84¹/16
Папір друк. № 2. Офс. друк. Умовн. друк. арк. 175
Умовн. фарб.-відб. 1.75 Умовн. видав. арк. 155
Тираж 100 прим. Зам. 477. Безплатно

ДУЛП 290646 Львів-ІЗ, Ст.Бандери, 12

Дільниця оперативного друку ДУЛП
Львів, вул. Городоцька, 286

45456

AB 31.071