ВІННИЦЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

На правах рукопису

Трохимчук Петро Павлович

РОЗРОБКА ОСНОВ ТЕОРІЇ НЕСТАНДАРТНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТА ФІЗИЧНИХ ПРОЦЕСІВ

Спеціальність: 05.13.16 - застосування обчислювальної техніки, математичного моделювання та математичних методів в наукових дослідженнях

АВТОРЕФЕРАТ
на здобуття наукового ступеня
доктора технічних наук

Вінниця - 1994

Дисертацією є рукопис

Робота виконана в Вінницькому державному технічному університеті

Науковий консультант докт. техн. наук, проф., академік
Мокін Борис Іванович

Офіційні опоненти: докт. техн. наук, проф.
Скрипник Юрій Олексійович
докт. техн. наук, провідн. наук. співробітн.
Ковальчук Павло Іванович
докт. техн. наук
Данилов Валерій Якович

Провідна установа: Інститут кібернетики імені В.М.Глушкова НАН України

Захист відбудеться "28" 10 1994 р. о 12 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 068.34.01 в Вінницькому державному технічному університеті за адресою: 286 021, м.Вінниця, Хмельницьке шосе, 95.

З дисертацією можна ознайомитись в бібліотеці Вінницького державного технічного університету

Автореферат розісланий "28" 09 1994 р.

Вчений секретар спеціалізованої вченої ради Колодний В.В.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність проблеми. Тема дисертації присвячена розробці теорії побудови некласичних математичних моделей для аналізу інформаційних та фізичних процесів.

Насамперед такі моделі потрібні при побудові нових типів перспективних обчислювальних систем, в математиці, фізиці, економетриці і т.і.

До фізичних аспектів слід віднести явища та процеси, які приводять до подальшоїмініатюаризації та більш високої степені інтегровності базових електронних схем обчислювальної техніки, а також намагання включити до інформаційних процесів і фізичні явища, іншими словами показати або передбачити вплив зміни фізичного середовища на інформаційні процеси.

До математичних проблем відноситься в першу чергу проблема створення ефективного математичного апарату, який би був оптимальним з операційної точки зору, а також з допомогою якого можна було б проводити ефективні операційні обчислення та оцінки. По-друге, побудова більш ефективних математичних схем самовідновних та розвиваючихся автоматів. Створення такого математичного апарату пов"язане з розробкою нового неформального /неформалістського/ підходу в основах математики, створення поліметричної теорії міри та вимірювань, розв"язання проблеми століття по Ст. Біру - проблема складності-простоти, побудова ефективної теорії інформаційних обчислень, в якій на кінець 80-их років навіть не було ефективних обчислювальних принципів, створення оптимального варіанту теорії систем, найбільш загальноїз операційної точки зору теорії математичних перетворень та т.і. Слід відмітити, що на необхідність пошуку нових альтернативних методів та методології в цій області вказували кібернетики Ст.Бір, Дж.Касті, О.Івахненко; математики Г.Вейль, О. Колмогоров, С.Улам, І.Ружа; фізики Л.Ландау, Ю.Швінгер, де Бройль, Л.Окунь, Д.Бом; філософи Е.Харріс, М.Бунге, Б.Бірюков. В основу цієї методології та методів покладені дослідження багатьох вчених, серед яких можна назвати прізвища Піфагора, Платона, Дж.Бруно, І.Ньютона, Х.Вольфа, П.Мопертюї, Релея, В.Вернадського, Н.Бора, де Бройля, Л.Бріллюена, Дж. фон Неймана, Н.Вінера, Г.Мойсіла, В.Глушкова, М.Моїсеєва, Б.Гаврилишина, І.Ружи та ряду інших. Проблема створення ефективного системного аналізу, який дозволяв би міняти та вибирати ієрархію, також стоїть перед майбутніми обчислювальними системами. Як відомо, сучасні інформаційні системи є системами зі строго визначеною структурною ієрархією. Слід відмітити, що аналогічні проблеми стоять не лише перед обчислювальною технікою, а й перед цілим рядом інших наук: фізика, математика, лінгвістика тощо. Тому в дисертації наводяться застосування даного методу в математиці та методології науки.

Мета роботи. Метою даної дисертаційної роботи є розробка теорії побудови некласичних математичних моделей для аналізу інформаційних та фізичних процесів, що включає в себе:

- розробку основ релаксаційної оптики для створення технології по мінітюаризації виготовлення елементів опто-електронних систем;
- створення гібридної теорії систем;
- створення поліметричної теорії міри та вимірювань;
- розробку математичних основ інформаційних обчислень;
- розробку математичних основ функціональнологічних комп"ютерів;

- застосування розроблених методів та методології в інших областях кібернетики, математики, лінгвістики та т.і.

Методи дослідження. В роботі застосовуються методи системного аналізу, диференційні рівняння, експериментальні електрофізичні та ядернофізичні методики, поліметричні методи та методики.

Наукова новизна результатів:

- створені основи релаксаційної оптики, яка є основою для розробки нових технологій оптоелектронних пристроїв;

- розроблені математичні основи функціональнологічних автоматів;

- створена теорія інформаційних обчислень;

- створена гібридна теорія систем;

- розроблені основи теорії інформаційно-фізичних структур;

- розроблена поліметрична теорія міри та вимірювань та наведено її застосування до проблеми розпізнавання образів;

- створені нові підходи в лінгвістиці та економетриці;

- розроблений метод дифеоморфно-спряжених форм;

- створені нові підходи в теорії стійкості, інваріантів, ймовірності.

Теоретичне значення дисертаційної роботи полягає в створенні основ поліметричного аналізу, як результат розв"язку та узагальнення проблеми створення нових високоефективних обчислювальних систем. Розроблені при цьому методи доповнюють аналітичні та системні методи сучасної науки /математики, кібернетики, лінгвістики, економетрики, фізики тощо/.

Практичне значення дисертаційної роботи полягає в створенні фізико-математичних основ оптично-лазерної технології виготовлення елементів оптоелектронних систем. Крім того, створена теорія інформаційних обчислень, яка дозволяє проводити оцінку обчислень в таких областях, як напівчислові алгоритми. Гібридна теорія систем дозволяє проводити більш ефективний пошук системи при розв"язку тієї чи іншої задачі /гідродинамічні системи та геосистеми/. Теорія функціональнологічних автоматів дозволяє проводити математичне моделювання нових перспективних комп"ютерних систем.

Апробація роботи. Основні результати дисертаційної роботи доповідались на: конференції молодих вчених МФТІ /Долгопрудний, 1980/; щорічних конференціях МФТІ /Долгопрудний, 1980-1982/; XI, XIII, XУ Всесоюзні наради по фізиці взаємодії заряджених частинок з кристалами /Москва, 1981, 1983, 1985/, XIII Міжнародна конференція по іонній імплантації в напівпровідники та інші тіла /Вільнюс, 1983/; XУ Всесоюзна школа по ядерній фізиці ім. Галицького /Москва,1985/; III-ій Всесоюзний симпозіум по перспективах розвитку обчислювальних систем /Рига,1989/; III-я республіканська науково-технічна конференція "Методи та засоби вимірювань в області електромагнітної сумісності" /Вінниця, 1991/; II-а та III-я Міжнародні конференції по простору та часу /С.-Петербург,1991/; II-а Всесоюзна конференція "Перебудова в природознавстві" /Волгодонськ,1991/; конференція присвячена 100-річчю з дня народження М.Кравчука /Київ,1992/; 1-а Міжнародна конференція "Проблема розпізнавання образів на Україні" /Київ,1992/; Міжнародний семінар по стійкості та коливаннях нелінійних систем управління /Москва,1992/; II-і Ляпуновські читання /Харків, 1992/; II-а та III-я Міжгалузеві конференції "Проблеми управління літальними апаратами" /Київ, 1191, 1994/; Міждисциплінарний симпозіум "Дух і космос. На шляху до нетрадиційного світосприймання" /Харків,1992/; II-а Міжнародна конференція по обчисленнях

/Славськ, 1992/; конференція присвячена 100-річчю з дня народження С.Банаха /Львів,1992/; конференція присвячена 350-річчю з дня народження І.Ньютона /С.-Петербург, 1993/; XIX-ий Міжнародний філософський конгрес /Москва, 1993/; VI-і Арістотелевські читання /Маріуполь,1993/; проблеми гуманізації технічної освіти /Вінниця, 1992, 1993/; конференція присвячена 125-річчю з дня народження Г.Вороного /Київ,1993/; семінарах Скоробагатька В.Я., Самойленка Ю.І., Морозова А.О., Непийводи М.М.

Публікації. Основні положення дисертації викладені в більш як 50-и роботах та повідомленнях, в т.ч. в 2-ох монографіях.

Структура й об"єм дисертації. Дисертаційна робота складається з вступу, шести глав та списку літератури, що містить 379 найменувань. Об"єм роботи 276 сторінок машинописного тексту.

ЗМІСТ РОБОТИ

Вступ у дисертації містить огляд літератури по розробці фізико-математичних основ нових типів високопродуктивних комп"ютерів. Дається огляд як фізичних так і математичних проблем, які назріли в цій області.

Глава 1. Фізико-математичні основи лазерно-оптичної технології виготовлення елементів оптоелектронних систем.

Дана глава присвячена розробці фізико-математичних основ еліонної технології виготовлення елементів оптоелектронних систем.

В першому параграфі розглядаються проблеми виготовлення елементів перспективних оптоелектронних систем. Головні трудноші виготовлення та експлуатації нових оптоелектронних систем пов"язані з їх мініатюаризацією та інтеграцією. З точки зору сучасної науки нема ніяких обмежень отримувати інформацію з густиною $\leq$ 1 біт/атом. Однак для отримання таких систем повинні використовуватись нові технологічні прийоми: нерівноважні процеси, такі як іонна імплантація, електронні, оптичні і т.п. опромінення, як неперервні так і імпульсні. Надзвичайно цікавим як з фізичної, так і з технологічної точки зору є область взаємодії оптичного випромінювання з твердими тілами. Справа в тому, що енергія світлового кванта, як правило, мала для утворення дефекта по "ударному" механізму дефектоутворення. Чи завжди це так. Виявляється, що ні. Навіть такі старі фізичні явища, як старіння оптичних кристалів як слід не описані. Для пояснення цих та інших подібних явищ варто більш детально дослідити процеси поглинання "м"якого" порівняно з тепловим фоном /$h\nu = 2 \div 100kT$/, де $h\nu$ - енергія кванта випромінювання; kT - теплова енергія оточуючого середовища.

В другому параграфі дається порівняльний аналіз лазерно-оптичних схем технології виготовлення оптоелектронних систем. Лазерні та оптичні елементи можна класифікувати по спектральному діапазону, по тривалості опромінення та по потужності опромінення. Якщо лазерні джерела випромінювання мають широкий спектр випромінювання, то в них вузька спектральна область. В той же час теплові джерела випромінювання мають широкий спектр випромінювання, зате малопотужні. Загальним недоліком лазерно-оптичних систем є проблема засвітки великих площ, скажімо > 1 см^2. В цілому тут потрібно розробляти чутливі фазові корелятори з оберненим зв"язком, але цю проблему більш просто можна розв"язати, використовуючи більш потужні одномодові або одночастотні лазери та світловодні оптоволоконні планшайби. Такі корелятори дозволяють отримати площу опромінення до 10 см^2 з рівномірністю не гірше 10%. Промислові лазерно-оптичні установки, як правило базуються на неодимових лазерах /на склі або ітрій-алюмінієвому гранаті: $\lambda = 1.06$ мкм; частота слідування імпульсів 10^3-10^4 Гц; тривалість одного імпульсу $\sim 10^{-5}$с/. Такі установки використовуються в основному для відпалювання радіаційних дефектів в іонноімплантованих шарах кремнію, який є основним матеріалом сучасних оптоелектронних систем//великі інтегральні схеми, фотобатареї тощо/. Крім того, лазери застосовуються для лазерного легування, для розплаву та перемішування матеріалу домішки з базовим матеріалом, оптичного переключання тонких плівок і т.і. Однак цілісної теорії, яка б давала оцінку того чи іншого ефекту на ту чи іншу технологію нема.

Тому в третьому параграфі пропонується варіант розв"язку цієї проблеми. Розглянемо спочатку теоретичну частину.

Релаксаційна оптика - це розділ фізики, що описує процеси незворотньої взаємодії оптичного випромінювання з твердими тілами, і який виник на межі квантової електроніки, фізики твердого тіла, ядерної фізики, теорії фазових переходів, фізичної оптики тощо.

Під незворотньою взаємодією ми розуміємо таку взаємодію, коли після закінчення опромінення в опроміненому об"єкті пройшли такі зміни, що він не в змозі релаксувати в попередній стан. Такі явища не можна описувати класичними підходами фізики, бо в результаті опромінення в об"єкті може виникати декілька фаз. Так у вузькозонному напівпровіднику при опроміненні його наносекундними імпульсами рубінового лазера можуть виникати такі фази: кубічна, гексагональна, тетраедрична, полікристалічна та аморфна.

Основні явища релаксаційної оптики наведені в таблиці 1. Основу релаксаційної оптики складає хронологічний енергетичнокінетичний підхід. Основними фізичними характеристиками релаксаційної оптики є: τ_i - час опромінення твердого тіла, τ_h - час хаотизації, час переходу акту збудження від близькодії до далекодії; τ_r - динамічний час релаксації системи /як правило, термодинамічний/; τ, τ' - час життя збудженого стану в рівноважному та в нерівноважному станах, відповідно; τ_o - час утворення незворотньої зміни; τ_ℓ - час оптичного збудження /для реальних процесів $\tau_\ell \ll \tau_n$, де $\tau_n \in (\tau_i, \tau_o, \tau_h, \tau, \tau', \tau_r)$, тому надалі ми його розглядати не будемо/; E_g, E_a - відповідні енергії активації того, чи іншого рівня в твердому тілі; N_f - густина падаючого світлового потоку, квант.см$^{-2}$; N_s - густина центрів поглинання випромінювання.

Таблиця 1.

Кінетичні явища	Динамічні явища	Змішані ефекти
1. $\tau > \tau_h$; τ; $\tau \geq, \gg \tau_h, \tau_r$ Для $\forall N_f$ та N_s маємо фотохімічні процеси за виключенням	4. $\tau_o < \tau_h$; $\tau < \tau_i, \tau_r$ - нерівноважні ефекти: нелінійна оптика: інтерференційні явища	7. Лазерне відпалювання напівпровідників: а/ $\tau_o < \tau_h$; $\tau > \tau_r$ $E_g > h\nu > E_a$ - явища 1 та 3: при $\tau_o > \tau_h, \tau_r$ - явища 5 та 6: б/ $h\nu > E_g$ - явища 2 та 5
2. $\tau_o < \tau_h$; $\tau_h < \tau' < \tau_r$ $\tau > \tau_r$; $h\nu > E_g$ - фотостимульоване підпорогове дефектоутворення	5. $\tau_o > \tau_h, \tau_r$; $N_f \leq N_s$ динамічне підпорогове дефектоутворення, ефект Яна-Теллера, теплові складові лазерного відпалювання та легування	
3. $\tau > \tau_h, \tau_r$, $N_f \ll N_s$ - класична рівноважна фотохімія	6. $\tau_o > \tau_h, \tau_r$; $N_f \geq, \gg N_s$ - плавлення, теплове руйнування і т.і. Описуються рівняннями тепло- та масопереносу	8. Лазерне легування та ефекти переключання плівок - суміш явищ 1-6

Модельні експерименти, які задовільняють співвідношення $h\nu = /2 \div 100/ kT$ були проведені на вузькозонних напівпровідниках $InSb$ /E_g = 0,18 eВ/ та $InAs$ /E_g = 0,36 eВ/. Опромінення проводилось імпульсами рубінового лазера /τ_i = 2.10^{-8}с; $h\nu$ = 1,78 eВ/ та лазером на CO_2/ τ_i = 10^{-6}÷10 с; $h\nu$ = 0,11 eВ/. Проводилось опромінення і іонно-імплантованих плівок $Mg^{++}/InSb$; $Cd^{+}/InSb$; $Mg^{++}/InAs$ та $Cd^{+}/InAs$. На опрмінених напівпровідниках проводились вимірювання ефекту Холла та знімались спектри обернено розсіяних іонів He^{++} енергією 2,8 МеВ та H^{+} енергією 500 кеВ.

Отримані експериментальні результати повністю відповідають таблиці 1.

Для прикладу розглядається ланцюжок рівнянь /дифузії та теплопровідності/ для лазерного утворення дефектів в кристалі $InSb$ імпульсами рубінового лазера та лазерного відпалення дефектів в $Mg^{++}/InSb$ випромінюванням лазера на CO_2.

Для першого випадку був отриманий розв"язок

$$N_D = \frac{\alpha \eta \tau_i I_o (1-R)}{h\nu(\alpha^2 l_1^2 - 1)}\left[\frac{\alpha l_1^2 + \upsilon \tau_r}{l_1 + \upsilon \tau_r} exp(-x/l_1) - exp(-\alpha x)\right] \qquad /1/$$

де α - коефіцієнт поглинання оптичного випромінювання; η - коефіцієнт дефектоутворення; I_o - густина світлового потоку, Дж.см$^{-2}$; R - коефіцієнт відбивання оптичного випромінювання; $l = \sqrt{D\tau_r}$ - дифузійна довжина "пробігу" дефекта; D - коефіцієнт дифузії; N_D - густина дефектів; $h\nu$ - енергія світлового кванта.

На рис.1 наведені розрахункові профілі розподілу донорних центрів в $InSb$ після опромінення імпульсами рубінового лазера та наведені експериментальні результати.

Для лазерного відпалення відповідний ланцюжок диференціальних рівнянь дає розв"язок

$$N = \frac{\alpha \eta \tau_i I_o (1-R)}{h\nu(\alpha^2 l_1^2 + 1)}\left[\frac{\alpha l_1^2 + \upsilon \tau_r}{l_1 + \upsilon \tau_r} exp(-x/l_1) + exp(-\alpha x)\right] \qquad /2/$$

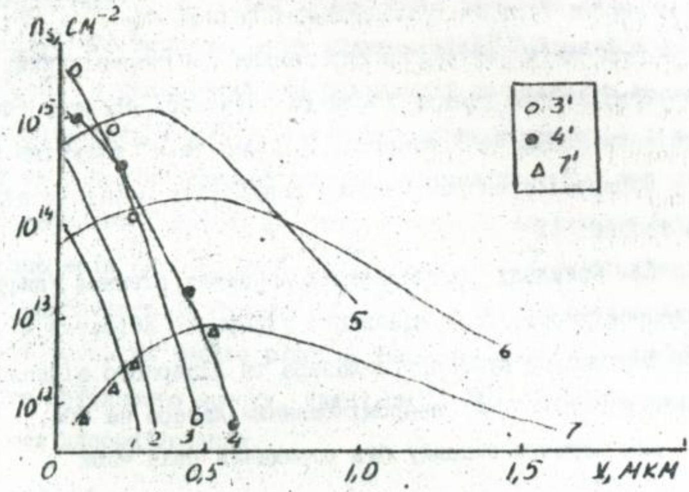

Рис.1. Розрахункові профілі розподілу концентрації донорних центрів в InSb для різних режимів опромінення /λ = 0,69 мкм; τ_i = 20 нс;/ I_0, [Дж.см$^{-2}$]: 0,018 /1/; 0,04 /2/; 0,07 /3/; 0,096 /4/; 0,12 /5/; 0,14 /6/; 0,16 /7/. Для порівняння нанесені експериментальні точки: 3'- 0,07; 4' - 0,096; 7' - 0,16.

Отримані теоретичні оцінки дозволяють вірно описати всю сукупність експериментальних результатів релаксаційної оптики та на їх основі була практично розроблена іонно-лазерна та оптично-лазерна технологія на вузькозонних напівпровідниках $A^{III}B^{V}$. Дана методика також є основою для розробки фізико-математичних основ оптично-лазерної технології отримання елементів оптоелектронних систем.

Глава 2. Теорія інформаційних обчислень.

У першому параграфі наведені основи функціональної теорії чисел.

Узагальненими параметрами називаються величини

$$\dot{N}_{k_{ij}} = X_i \circ \bar{X}_j \qquad /3/$$

де o – математична операція, відносно якої параметри x_i та $\bar{x}_j$ обернені. x_i та $\bar{x}_j$ можуть бути обернені як відносно алгебраїчної операції, так і відносно будь-якої іншої ознаки.

Функціональними числами називаються співвідношення

$$N_{\varphi_{ij}} = \varphi_i \circ \bar{\varphi}_j \qquad /4/$$

де φ_i та $\bar{\varphi}_j$ – прямі та обернені функції. В цілому $\varphi_i = \varphi_i(x_1, \dots x_n, \bar{x}_1, \dots \bar{x}_n)$; $\bar{\varphi}_j = \bar{\varphi}_j(x_1, \dots x_n, \bar{x}_1, \dots \bar{x}_n)$.

Узагальнені параметри та функціональні числа можуть мати діагональний вигляд

$$N^{\partial}_{x_{ij}} = \delta_{ij} N_{x_{ij}}$$
$$N^{\partial}_{\varphi_{ij}} = \delta_{ij} N_{\varphi_{ij}} \qquad /5/$$

де δ_{ij} – символ Кронекера.

В цілому $N_{x_{ij}}$ та $N_{\varphi_{ij}}$ можна подати у вигляді матриць, по головних діагоналях яких розташовані звичайні числа.

Другий параграф присвячений теорії узагальнених математичних перетворень, які задаються на функціональних числах.

Якісними перетвореннями над $N_{\varphi_{ij}}$ прямими A_i та оберненими $\bar{A}_j$ називаються перетворення, які понижують розмірність $N_{\varphi_{ij}}$ на i одиниць $/A_i/$ та на j $/\bar{A}_j/$ відповідно по прямих та обернених параметрах.

Кількісними прямими O_k та оберненими $\bar{O}_p$ перетвореннями називаються перетворення, які понижують $N_{\varphi_{ij}}$ на k одиниць $/O_k/$ або підвищують на p одиниць $/\bar{O}_p/$ його міри без зміни розмірності міри $N_{\varphi_{ij}}$, тобто

$$O_k \bar{O}_p N_{\varphi_{ij}} = N_{\varphi_{ij}} \ominus k \oplus p \qquad /6/.$$

Правими /r, англ. – right – правий/ та лівими /l, англ. –

left – лівий/ перетвореннями називаються перетворення, які діють відповідно тільки на праву та ліву частину $N_{\varphi_{ij}}$.

Рангом відповідного перетворення над $N_{\varphi_{ij}}$ називається максимально можливе число відповідних перетворень /операцій/ над цим елементом.

$$\begin{aligned} rang\, A_i \cdot \bar{A}_j \cdot N_{\varphi_{ij}} &= \max(i,j) \\ rang\, O_k \cdot \bar{O}_p \cdot N_{\varphi_{ij}} &= \max(k,p) \end{aligned} \qquad /7/$$

Для наведених перетворень справедливий ряд комутативних та некомутативних співвідношень, які в дисертації сформульовані у вигляді п"яти лем.

Як бачимо, якісні перетворення у нас відповідають за зміну розмірності, а кількісні – за кількісні, у тому числі й арифметичні зміни. Взагалі існує 15 типів узагальнених математичних перетворень над . Наводиться їх класифікація.

Узагальненим конструктивним елементом називається вираз

$${}^{stqo}_{nmab}M_{ijkp} = A_i \bar{A}_j O_k \bar{O}_p A_s^r \bar{A}_t^r A_m^l \bar{A}_n^l O_q^r \bar{O}_o^r O_a^l \bar{O}_b^l N_{\varphi_{ij}} \qquad /8/$$

У третьому параграфі наводяться основи теорії функціональних матриць.

Матриця, що складається із елементів ${}^{stqo}_{nmab}M_{ijkp}$, між якими існують різного виду функціональні /математичні/ зв"язки, називається функціональною матрицею.

Матриця $\{{}^{stqo}_{nmab}M_{ijkp}\}$ називається лінійно незалежною, якщо між усіма її індексами не існує алгебраїчних зв"язків.

Як і в звичайному матричному аналізі ми можемо проводити діагоналізацію та центрування матриць, повні або часткові за будь-яким перетворенням або частиною конструктиву.

Нормою функціональної матриці називається величина

$$ {}^{stqo}_{nmoв}N_{ijkp} = \frac{{}^{stqo}_{nmoв}M_{ijkp}}{max\left\{ {}^{stqo}_{nmoв}M_{ijkp} \right\}} \qquad /9/ $$

Основи теорії інформаційних решіток та супермодулярної арифметики наведені в четвертому параграфі.

Узагальненим вузлом називається співвідношення

$$ B = {}^{stqo}_{nmoв}B^{\alpha\beta\gamma\ldots}_{ijkp} = A_{i}\ldots A_{\alpha}\bar{A}_{j_1}\ldots\bar{A}_{j_\beta}O_{k_1}\ldots O_{k_\gamma}\bar{O}_{p_1}\ldots N_{\varphi_{ij}} \qquad /10/ $$

Конструктивна математична структура, яка побудована на співвідношеннях /10/ називається інформаційною решіткою.

Інформаційна решітка називається симетричною за перетворенням, коли

$$ rang\, B_{A_i} = rang\, A_i + rang\, \bar{A}_j \qquad /11/ $$

$$ (rang\, B)_{max} = max\{rang\, A_i,\, rang\, \bar{A}_j\} \qquad /12/ $$

Інформаційна решітка називається асиметричною за перетворенням, коли

$$ rang\, B_A \neq rang\, A_i + rang\, \bar{A}_j \qquad /13/ $$

Інформаційна решітка називається симетричною за кількісними /якісними/ перетвореннями, якщо число прямих та обернених кількісних /якісних/ перетворень рівні між собою.

Інформація у пропонованих решітках задається у вигляді:

а/ узагальнених параметрів;

б/ функціональних чисел;

в/ прямих та обернених параметрів;

г/ прямих та обернених функцій;

д/ у змішаному вигляді.

Елементарним вузлом інформаційної решітки називається співвідношення

$$ {}_s\theta_{ij}^{kl} = A_i \cdot \bar{A}_j \cdot O_k \cdot \bar{O}_l \, N_{x_{ij}} \qquad /14/ $$

Функціональним елементарним вузлом інформаційної решітки називається вираз

$$ {}_s m_{ij}^{kl} = A_i \cdot \bar{A}_j \cdot O_k \cdot \bar{O}_l \cdot N_{\varphi_{ij}} \qquad /15/ $$

Елементарною інформаційною решіткою називається решітка, вузлами якої є співвідношення /14/.

Напівелементарною інформаційною решіткою називається решітка, вузлами якої є співвідношення /15/.

<u>Лема 2.1.</u> Для елементарних, напівелементарних інформаційних та інформаційних решіток справедливе співвідношення

$$ {}_s\theta_{ij}^{kl} \subset {}_s m_{ij}^{kl} \subset B \qquad /16/ $$

Сукупність арифметичних операцій та перетворень, які проводяться над функціональними числами /арифметичні перетворення/ називається супермодулярною /функціональною/арифметикою.

Під модулярною арифметикою розуміють арифметику, в якій арифметичні операції проводяться за модулем певного числа.

На відміну від звичайної арифметики в супермодулярній арифметиці є цілий набір модулярних операцій. Наведемо деякі із них.

Модулярною операцією за розрядом називається операція модулювання, яка проводиться за вагою певного розряду базисної послідовності при виконанні відповідної операції, яка записується у вигляді

$$(a \pm b) \bmod m_j = a \bmod m_j \pm b \bmod m_j \qquad /17/$$

$$(a \times b) \bmod m_j = (a \bmod m_j \times b \bmod m_j) \bmod m_j \qquad /18/$$

Модулярними операціями за номерами розряду називаються операції, які проводяться за вагами відповідних базисних послідовностей розряду.

Модулярними операціями за номером і рангом перетворення називаються операції

$$ {}^{stqp}_{nmab}M_{ijkp} \bmod_c^N n ; \quad {}^{stqp}_{nmab}M_{ijkp} \bmod_r^N n $$

$$ {}^{stqp}_{nmab}M_{ijkp} \bmod_c^{\rho} R_n ; \quad {}^{stqp}_{nmab}M_{ijkp} \bmod_r^{\rho} R_n \qquad /19/$$

де N - загальне число відповідних операцій, ρ - максимальний ранг відповідного перетворення.

Операція модулювання за номером і рангом дає змогу модулювати як за окремою алгеброю, так і за будь-яким значенням її рангу, тобто практично за кожним значенням ${}^{stqp}_{nmab}M_{ijkp}$ та його складовими.

Для супермодулярних операцій відносно додавання /віднімання/ та множення наводиться 18 лем. Слід відмітити, що є суттєві відмінності від операцій модулювання в звичайній арифметиці.

На відміну від класичної модулярної арифметики, супермодулярна арифметика має складніші модулярні закони. Практично тут до модулярних законів входять елементи кодування інформації.

Загальна теорія ~~інформаційних обчислень~~ наводиться в п"ятому параграфі.

Під інформаційними обчисленнями ми розуміємо ті математичні операції, перетворення та обчислення, які проводяться в кібернетиці. Основним критерієм для інформаційних обчислень є принцип найменшої /оптимальної/ інформаційної зчисленності.

Комбінаторною інформаційною зчисленністю називається число всіх можливих арифметичних, алгебраїчних і комбінаторних операцій на тому чи іншому математичному конструктиві.

Технічною комбінаторною зчисленністю називається величина

$$C_t = C \sum_{i=1}^{n} t_i \qquad /20/$$

де t_i - апаратний час реалізації відповідної операції.

Узагальненою технічною комбінаторною зчисленністю називається величина

$$C_{to} = k_{AC}\, C \sum_{i=1}^{n} t_i \qquad /21/$$

де k_{AC} - коефіцієнт алгоритмічної складності.

Аналогом принципу найменшої дії для математичних інформаційних операцій є.

<u>Принцип найменшої комбінаторної зчисленності.</u> Алгебраїчна конструктивна, в т.ч. й інформаційна, задача оптимально розв"язується при мінімумі C, C_t або C_{to}, відповідно.

Також вводиться нормована міра обчислень ${}^{stgo}_{nmab}M_{ijkp}$, яка має вигляд

$$mes\,N\left\{{}^{stgo}_{nmab}M_{ijkp}\right\} = \frac{mes\left({}^{stgo}_{nmab}M_{ijkp}\right)}{max\left\{mes\left({}^{stgo}_{nmab}M_{ijkp}\right)\right\}} \qquad /22/$$

Поняття інформаційної зчисленності можна використати для оцінки матричних операцій.

Так, для перемноження квадратних матриць

$$C = \bar{C};\ C_t = \bar{C}_t;\ C_{t0} = C_{t0} \qquad /23/$$

де C, $\bar{C}$, C_t, $\bar{C}_t$, C_{t0}, $\bar{C}_{t0}$ – відповідні інформаційні зчисленності для прямого та оберненого перемноження матриць.

Для перемноження прямокутних матриць

$$C \neq \bar{C};\ C_t \neq \bar{C}_t;\ C_{t0} \neq \bar{C}_{t0} \qquad /24/$$

Обчислювальні процедури, для яких виконується /23/ будемо називати симетричними, а /24/ – асиметричними.

Для множення матриць замість C введемо позначення Π /тільки алгебраїчні операції/. Тоді критеріями оцінки ефективності матричних обчислень можуть бути величини:

аналог нормованої міри обчислень

$$\Delta_i = \frac{\Pi_i}{\Pi_{max}} \qquad /25/$$

та обернена до Δ_i величина

$$\delta_i = \frac{1}{\Delta_i} = \frac{\Pi_{max}}{\Pi_i} \qquad /26/$$

Приводяться оцінки для реальних матричних обчислень. Показані шляхи підвищення швидкодії матричних обчислень.

Наведемо оцінки для реальних матричних обчислень. Спочатку визначимо Π_m для відповідних матричних множень:

1. Довільне множення двох матриць розмірностями $m \times n$.

В одному випадку ми маємо квадратну матрицю розмірності $m \times m$, а в другому – $n \times n$. Число операцій при відповідному перемноженні дорівнює:

для $m \times m$ матриці

$$\Pi_m = m^2(2m-1) \qquad /27/$$

для $n \times n$ матриці

$$\Pi_n = n^2(2n-1) \qquad /28/$$

2. Нехай матриці $m \times n$ зведені до квазідіагонального вигляду. При цьому $m/p = n/\ell = k$. Тоді число операцій

$$\Pi_{ptk} = (2p-1)p^2 + k \qquad /29/$$

$$\Pi_{tpk} = (2t-1)t^2 + k \qquad /30/$$

Наводяться також співвідношення для блочних прямокутних матриць та функціональних матриць різної розмірності.

Так співвідношення для блочних прямокутних матриць, які мають вигляд блоків розмірності $s \times s$, $n/s = \ell$, $m/s = k$ мають вигляд

$$\Pi_{mns_1} = s + k^2(2k-1) \qquad /31/$$

$$\Pi_{mns_2} = s + \ell^2(2\ell-1) \qquad /32/$$

$$\delta_{mns_1} = \frac{m^2(2m-1)}{s + k^2(2k-1)} \qquad /33/$$

$$\delta_{mns_2} = \frac{n^2(2n-1)}{s + \ell^2(2\ell-1)} \qquad /34/$$

В таблиці 2 наведені δ_{mns_1} та δ_{mns_2} для $n = 8$; $m = 16$ та різних s .

При конкретних матричних обчисленнях за функціонально-логічними схемами ми можемо отримати виграш і за рахунок незворотності множення прямокутних матриць, тобто в одному напрямку отримувати більший виграш, а в другому менший. При цьому ми можемо накласти додаткові умови на матричні обчислення. До них відносяться співвідношення

$$\delta_o > \delta_k \qquad /35/$$

Таблиця 2.

S	2	4	8	16
δ_{mns_1}	5	63	396	465
δ_{mns_2}	8	60	320	-

У ряді випадків можна ще побудувати матричні обчислення таким чином, що контрольна операція може бути одною для цілої групи перетворень. Це можливо для розрахунку прямокутних матриць за функціональнологічними схемами. В цьому випадку ми можемо отримати додатковий виграш за рахунок системної організації обчислень.

Глава 3. Основи теорії функціонально-логічних автоматів.

В першому параграфі наведені основи функціональної логіки.

Математична теорія, в якій синтезовані основні ідеї математичної логіки та логістики /мистецтва обчислень/ називається функціональною логікою.

Більш конкретно, ненормована логіка, що задана на множині елементів $\left\{ {}^{5140}_{n\cdot mak} M_{ijkp} \right\}$, називається функціональною логікою. Надалі ${}^{5140}_{n\cdot mak} M_{ijkp}$ будемо позначати як l_{ij}.

Нормою логічного елемента називається вираз

$$N(l_{ij}) = \frac{l_{ij}}{max(l_{ij})} \qquad /36/$$

як і в звичайній логіці $0 \leq N(L_{ij}) \leq 1$.

Для функціональної логіки справедливі наступні співвідношення, які сформульовані у вигляді лем.

Лема 3.1. Для функціональної логіки справедливі всі постулати класичних логік /булева, тризначна тощо/.

Лема 3.2. Поняття, яке виражається елементом L_{ij}, істинне тільки тоді, коли

$$L_{ij} = max\{L_{ij}\} \qquad /37/$$

Лема 3.3. Поняття, яке виражається елементом L_{ij}, неістинне тоді і тільки тоді, коли $L_{ij} = 0$.

Лема 3.4. Поняття, яке виражається елементом L_{ij}, не є ні істинним, ні неістинним, якщо справедливе співвідношення

$$0 < L_{ij} < max\{L_{ij}\} \qquad /38/$$

Мірою обчислень математичного виразу L_{ij} називається число його можливих значень N і це представляється у вигляді

$$mes\, L_{ij} = N \qquad /39/$$

Так, обчислювальна міра елемента булевої логіки рівна 2, квантовомеханічної - $4m^4$, тризначної - $3072m^2$, а функціональної $-(2m^{25})^n\theta$, де θ - деяка функція, яка залежить від виду перетворень, n - кількість перетворень.

Таким чином на елементах функціональної логіки, як елементах математичної міри, ми можемо проводити практично всі можливі математичні перетворення і за допомогою єдиного апарату проводити як логічну, так і обчислювальну оцінку того чи іншого математичного виразу чи конструктиву.

В другому параграфі приведена теорія інформаційно-фізичних структур, як ідеологічна основа функціональнологічних автоматів.

Будь-яка теорія є інформаційною. Синтез фізичної теорії та теорії інформації і дає теорію інформаційно-фізичних структур. Синтез проводиться на основі законів цих наук.

Почнемо із співвідношення Релея. Запишемо його в сферично-симетричному вигляді

$$\Delta k \cdot \Delta x = \Delta \omega \cdot \Delta t = 1 \qquad /40/$$

Коли помножити це співвідношення на h /постійна Планка/ і поміняти знак рівності на $\geqslant$, то матимемо

$$\Delta p \cdot \Delta x = \Delta E \cdot \Delta t \geqslant h \qquad /41/$$

Це ні що інше як математичний вираз принципу доповнювальності та принципу невизначеності.

Основні положення теорії інформаційно-фізичних структур:

1/ принцип фундаментальної гармонійної рівноваги;

2/ рівноправність всіх канонічних параметрів;

3/ поліметричність.

Інформаційно-фізичними /динамічними/ структурами будемо називати математичні структури /конструктив/, які формуються та змінюється під впливом зміни будь-якого із канонічних параметрів /E - енергія; ω - частота; p - імпульс; k - хвильове число; x - координата; t - час; N - число/ або групи параметрів, або вигляду функціональної залежності /зв"язку/ між ними.

Динамічною структурою з чистими зв"язками називається структура, в якій

$$kx = N_1; \quad \omega t = N_2 \qquad /42/$$

де N_1, N_2 - числа.

<u>Принцип фундаментальної гармонійної рівноваги.</u> Коли в інформаційно-фізичній структурі з чистими зв"язками вигляд зв"язків не змінюється /не змінює своєї мірності/, то структура зна-

ходиться в стані гармонійної рівноваги.

Принцип динамічної рівноваги. Структура називається динамічно рівноважною, якщо

$$kx - \omega t = 0 \qquad /43/$$

або

$$kx = \omega t \qquad /44/$$

Співвідношення /43/ та /44/ є ні чим іншим, як розширеним співвідношенням Релея.

Якщо в співвідношеннях /40/ та /41/ поміняти Δ на d - оператор диференціювання /коли тільки параметр під диференціалом не прямує до нуля, то така заміна коректна/, то після ряду перетворень отримаємо

$$\begin{aligned} E &= p\upsilon \pm E_0; \\ x &= \upsilon t \pm x_0; \\ \omega &= k\upsilon \pm \omega_0; \end{aligned} \qquad /45/$$

де E_0, x_0, ω_0 - початкові значення енергії, координати та частоти.

Тобто ні що інше, як закон збереження енергії, закон інерції та закон складання частот, а також закон постійної швидкості передачі взаємодії в ізотропному середовищі.

Для дальшого розширення співвідношення Релея використаємо гармонійний потенціал

$$\varphi = \varphi_0 \exp\{i(kx - \omega t)\} \qquad /46/$$

$S_c = kx - \omega t$ є ні що інше, як безрозмірна ентропія при гармонійному русі, при великих $N = kx - \omega t$ вона стає рівна больцманівській або шенконівській, тобто

$$S_e = kx - \omega t \qquad /47/$$

Коли $\delta S_e > 0$ то маємо закон зростання ентропії, а коли $\delta S_e < 0$ – то негентропійний принцип теорії інформації.

Де Бройль показав еквівалентність дії та ентропії з точністю до постійної Планка та постійної Больцмана. Тому дію та ентропію можна узагальнити через безрозмірну міру S_g. Тоді принцип динамічної рівноваги узагальнено можна записати так

$$\delta S_g > 0; \qquad S_g > 0 \qquad /48/$$

$$\delta S_g < 0; \qquad S_g < 0 \qquad /49/$$

$$\delta S_g = 0; \qquad S_g = 0 \qquad /50/$$

Співвідношення /48/ є ні чим іншим як принципом найменшої дії, теоремою Карно та принципом невизначеностей. Співвідношення /49/ є узагальненням негентропійного принципу інформації, теореми Пригожина-Гленсдорфа, від"ємної ентропії Кобозєва тощо. Вираз /50/ умова існування вакууму /$S_g = 0$ – абсолютного; $\delta S_g = 0$ – відносного/.

Таким чином в теорії інформаційно-фізичних структур наводиться зв"язок фізики з теорією інформації, що дозволяє в свою чергу оцінити вплив фізичних процесів на інформаційні та навпаки.

В третьому параграфі розглядається проблема взаємності в математиці.

В даному випадку під взаємністю розуміється процедура, при якій можна замінити один /або масив/ вираз /у тому числі й математичний/ на інший /або масив/, при цьому значення цього виразу /масиву/ лишається без зміни чи перетворюється на взаємодоповнююче по певній властивості. Сама ж процедура заміни їсе власне взаємністю.

Взаємною /взаємнозв"язною/ системою називається система, в якій всі елементи зв"язані між собою хоча б попарно. Взаємна система називається повною, якщо всі її елементи взаємнозв"язані. Порядком зв"язності називається число зв"язків одного математичного елемента з іншими. Число зв"язків між двома елементами системи називається параметром зв"язності. Ми його позначимо через σ_t.

Сформульована і доводиться наступна теорема.

Теорема 3.1. Тільки рівноважні повні взаємні системи логічно несуперечні.

Теореми Геделя про повноту та неповноту є частковими випадками теореми 3.1.

Сформульований критерій взаємності: для взаємності системи необхідно і достатньо, щоб справджувались:

1/ її повнота;

2/ рівноважність;

3/ $\Sigma_{\lambda N} = \Sigma_{\lambda R}$.

де $\Sigma_{\lambda N}$ та $\Sigma_{\lambda R}$ число відомих та невідомих епістемологічно рівноважних положень системи.

В четвертому параграфі наводиться детальний аналіз проблеми простоти-складності в сучасній кібернетиці.

Проблема простоти-складності це практично проблема формалізації філософської проблеми одиничного-загального.

В математичному сенсі складність в основному пов"язана з двома важливими властивостями систем:

а/ математичною структурою незвідних компонент /підсистем/;

б/ способом, яким ці системи пов"язані між собою.

Простота, згідно Гудмена, не є тим, що застосовується після того, як істина вже визначена, а є одним із стандартів правомірностей, які застосовуються в ході відкриття істини.

На відміну від інших підходів проблема простоти-складності нами розглядається аналогічно, як принцип найменшої дії в фізиці.

Сформульовано критерій простоти. Математична /інформаційна/ система є простою, коли виконуються наступні умови:

1/ повнота;

2/ рівноважність;

3/ принцип найменшої комбінаторної /інформаційної/ зчисленності.

Такий підхід до проблеми простоти-складності є практично варіантом розв"язку "проблеми століття" по Ст.Біру, з використанням ідеї Дж.Касті, що цю проблему потрібно розв"язувати через обчислення.

В п"ятому параграфі наведені основні положення гібридної теорії систем, яка є оптимальним синтезом конструктивного та аксіоматичного підходів в теорії систем. Основними критеріями такої теорії систем є критерій взаємності та простоти. В залежності від того, які положення критеріїв взаємності та простоти справджуються, ми маємо 10 типів систем. Наведемо їх:

1. Система називається простою, якщо в ній виконується критерій взаємності та простоти для всіх елементів математичного конструктиву, як $N_{\varphi_{ij}}$ так і перетворень.

2. Система називається параметрично простою, якщо критерій простоти зберігається лише для $N_{\varphi_{ij}}$.

3. Система називається алгебраїчно простою, коли критерій простоти зберігається лише для перетворень.

4. Система називається напівпростою, коли не виконується принцип найменшої комбінаторної зчисленності та $\delta_l = 1$.

5. Система називається параметрично напівпростою, коли принцип найменшої комбінаторної зчисленності не виконується тільки для $N_{\varphi_{ij}}$ та $\delta_l = 1$.

6. Система називається алгебрично напівпростою, коли принцип найменшої комбінаторної зчисленності не виконується для перетворень та $\delta_{l} = 1$.

7. Система називається складною, якщо не зберігається принцип найменшої комбінаторної зчисленності та $\delta_l \neq 1$.

8. Система називається параметрично складною, якщо не виконується принцип найменшої комбінаторної зчисленності для $N_{\varphi_{ij}}$ та $\delta_l \neq 1$.

9. Система називається алгебраїчно складною, якщо не зберігається принцип найменшої комбінаторної зчисленності для перетворень та $\delta_l \neq 1$.

10. Система називається абсолютно складною, якщо не виконується ні одне з положень критеріїв взаємності та простоти.

Практично наведена теорія систем є ні чим іншим як розширеною формалізацією Ньютонових правил умовиводів у фізиці, а також оптимальною формалізацією сучасної наукової методології Е.Ф.Харріса.

В шостому параграфі наводяться основи теорії функціональнологічних автоматів.

В основі роботи функціональнологічних автоматів лежить принцип фундаментальної гармонійної рівноваги та принцип рівноважної ентропії

$$\delta S_e = 0$$

Цей принцип означає, що зміна співвідношення між фізичною та інформаційною ентропією дорівнює нулю.

Перейдемо тепер до викладу основних результатів теорії.

Функціональнологічним /поліметричним/ автоматом називається інформаційна решітка, що скомпонована з гібридної теорії систем, на якій задані супермодулярні операції та яка може виконувати певні операції без втручання людини.

На рис.2 наведена схема функціональнологічного автомата.

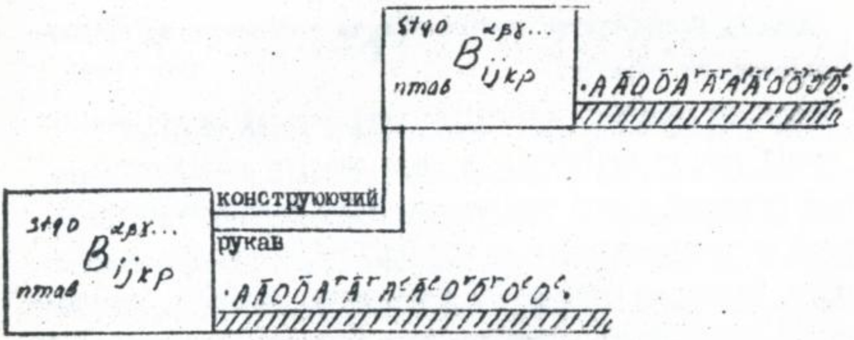

Рис.2. Схема функціональнологічного автомата.

Показано, що всі основні типи автоматів та обчислювальних машин є частковим випадком функціональнологічних автоматів.

До переваг таких автоматів слід віднести велику інформаційну надлишковість та поле вибору. Але за рахунок цього збільшується як фізична так і інформаційна ентропія, тобто важко отримувати достовірну інформацію. З іншого боку, оскільки є багато паралельних каналів, то значно підвищується надійність отримання інформації і, крім того, зростають функціональні можливості таких автоматів. На відміну від сіткових автоматів фон Неймана в функціональнологічних автоматах може йти процес не тільки звичайного відновлення, а й розширеного по якійсь цільовій функції. Причому цей процес може бути й зовні неконтрольований. А, отже можна моделювати процес творчого відновлення автоматів.

До недоліків пропонованого підходу слід віднести те, що поки що не існує елементної бази для створення таких комп"ютерів і виникають труднощі в отриманні потрібної інформації: у людини порівняно слабо розвинені сенсорні, свідомо контрольовані, властивості, а отже дуже бідний вибір засобів отримання і зчитування інформації.

<u>Глава 4.</u> Поліметрична теорія міри та вимірювань та проблема розпізнавання образів.

В першому параграфі наводиться порівняльний аналіз основних теорій міри та вимірювань, а також аналізу розмірностей. Дається детальний аналіз квантовомеханічних теорій вимірювань. Особливо акцентується увага на теоріях Блохінцева, фон Неймана, Швінгера, Прохоренка, Воронцова, Біленького. Детально наводиться аналіз розмірностей. Показано, що в трактовці класичного співвідношення Релея, а також його квантовомеханічного аналогу, принципу невизначеності, є серйозні суперечності. Крім того, суперечності виникають при порівняльному аналізі відповідних теорій вимірювань. На основі цього робиться висновок, що необхідно провести системний аналіз цієї проблеми та побудувати єдину логічно несуперечливу теорію міри та вимірювань, яка б оптимально включала б в себе основні теорії міри та вимірювань, а також аналіз розмірності.

В другому параграфі наводяться методологічні основи поліметричної теорії міри та вимірювань. Методологічними основами поліметричної теорії міри та вимірювань є рівноправність прямого фізичного вимірювання та математичного прогнозування при процесі вимірювання. Наводяться основні положення різних теорій міри та вимірювання, які підтверджують цей факт; математична /інтегральна/ теорія міри; квадрат хвилевої функції; співвідношення Релея і т.і.

В третьому параграфі наведені основні результати математичної теорії міри та вимірювань /поліметричної/. Основним елементом поліметричної міри є узагальнений математичний конструктивний елемент

$$ {}^{stqo}_{nmob}M_{ijkp} = A_i \bar{A}_j \cdot O_k \bar{O}_p A_s^r \bar{A}_t^r \cdot A_m^e \bar{A}_n^e O_q^r \bar{O}_o^r O_a^e \bar{O}_b^e N_{\varphi_{ij}} \qquad /51/ $$

За вимірювання в класичному сенсі цього слова у нас відповідають $N_{\varphi_{ij}}$ та кількісні перетворення, оскільки власне вони /кількісні перетворення/ відповідають за арифметизацію класу інтенсивностей $/N_{\varphi_{ij}}/$, який уже сам, строго кажучи, є мірою. Ця частина теорії відповідає теорії класичної міри. Якісні перетворення відповідають: по-перше, за вибір розмірності того чи іншого вимірювання; по-друге, за вплив можливих похибок та поправок на результат вимірювання; по-третє, вони є елементами моделювання, прогнозування та оцінки того чи іншого елемента спостереження.

Для вибору оптимального режиму вимірювання варто користуватись гібридною теорією систем.

Основними принципами поліметричної теорії міри та вимірювань є:

1. Принцип асиметрії вимірювання. Коли процедура вимірювання, в тому числі й результату, може бути виражена у вигляді /51/, то справедливі співвідношення

$$ |k-p| \geq 1; \quad |q-o| \geq 1; \quad |a-b| \geq 1 \qquad /52/ $$

Строго кажучи, достатньо, щоб було справедливим хоча б одне із трьох співвідношень.

2. <u>Принцип розмірної однорідності.</u> Коли вимірювальна процедура може бути представлена у вигляді /51/, то для правильного визначення розмірності вимірюваної величини необхідно, щоб виконувалась умова

$$\frac{stqo}{nmab}M_{ijtp} = \delta_{ij}(A_i, \bar{A}_j)\,\delta_{st}(A_s^r, \bar{A}_t^r)\,\delta_{mn}(A_n^c, \bar{A}_m^c)\cdot \cdot O_x \bar{O}_p O_q^r \bar{O}_o^r O_o^c \bar{O}_o^c N_{x_{ij}} \qquad /53/$$

де $\delta_{ij}(A_i, \bar{A}_j)$; $\delta_{st}(A_s^r, \bar{A}_t^r)$; $\delta_{mn}(A_n^c, \bar{A}_m^c)$ – відповідні алгебраїчні символи Кронекера на відповідних якісних перетвореннях.

В цілому ж умова /53/ може бути записана в більш компактному вигляді:

$$\frac{stqo}{nmab}M_{ijtp} = \delta_{i+s+n,\,j+t+m}(A_i, \bar{A}_j, A_s^r, \bar{A}_t^r, A_n, \bar{A}_m^c)\cdot \cdot j(O_x, \bar{O}_p, O_q^r, \bar{O}_o^r, O_o^c, \bar{O}_o^c) \qquad /54/$$

де $\overset{n}{\delta}_{i+s+n,\,j+t+m}$ – сумарний символ Кронекера.

В таблиці 3 наведені основні теорії міри та вимірювань, а також аналіз розмірностей, та показаний їх зв"язок з поліметричною теорією міри та вимірювання.

<u>Таблиця 3.</u>

№ п/п	Назва теорії	Зв"язок з поліметричною теорією міри та вимірювань
1	Співвідношення Релея	$\frac{stqo}{nmab}M_{ijtp} = N_{x_{ij}}$
2	Квантовомеханічні теорії вимірювання /ортолокальні/	$\frac{stqo}{nmab}M_{ijtp} = N_{\varphi_{ij}}$

Таблиця 3. /Продовження/.

№ п/п	Назва теорії	Зв"язок з поліметричною теорією міри та вимірювань
3	Квантовомеханічні зі схованими параметрами	${}^{st\,q\,0}_{nmab}M_{ijkp} = \left({}^{st\,q\,0}_{nmab}\Omega_{ijkp}\right)_{клас.}$
4	Алгоритмічна теорія вимірювань	${}^{st\,q\,0}_{nmab}M_{ijkp} = \ddot{O}\ddot{O}\,N_{\varphi_{ij}}$
5	Математичні теорії міри	${}^{st\,q\,0}_{nmab}M_{ijkp} = AN_{\varphi_{ij}};\ A = \int_a^b \ldots dx$ $a \in \{0, a\};\ b \in \{b, \infty\}$
6	Аналіз розмірностей /класичний/	${}^{st\,q\,0}_{nmab}M_{ijkp} = \left({}^{st\,q\,0}_{nmab}\Omega_{ijkp}\right)_{клас.}$ $\{A_i\} \to \{D_i\}$

Таким чином поліметричною теорією міри та вимірювань називається теорія, яка побудована на множині елементів на якій задані критерії взаємності та простоти, а також виконуються принципи асиметрії вимірювання та розмірної однорідності.

В четвертому параграфі наводяться результати застосування поліметричного підходу в проблемі розпізнавання образів.

Найбільш загальним критерієм розпізнавання образів є:

$$ {}^{st\,q\,0}_{nmab}M_{ijkp} \Big/ M_{роз} = 1 \qquad /55/ $$

де $M_{роз}$ – математичний символ об"єкту який треба розпізнати.

Наводяться також інші критерії розпізнавання. Даний підхід варто використовувати для динамічного розпізнавання образів.

Глава 5. Математичні основи поліметричної методології.

В першому параграфі розглядається проблема стійкості в конструктивній математиці. На відміну від проективної математики в конструктивній математиці ми можемо розглядати стійкість в сенсі існування того чи іншого елемента математичного конструктиву. Наведемо основні теореми стійкості.

Теорема 5.1. /Про спірально-циклічну стійкість/. Математична конструктивна система є:

а/ абсолютно стійкою, якщо її зовнішній та внутрішній граничні цикли існують та співпадають;

б/ метастабільною, якщо її зовнішній та внутрішній цикли існують, але не співпадають;

в/ індеферентною, якщо існує тільки один з граничних циклів /зовнішній або внутрішній/;

г/ нестійкою, якщо не існує жодного з граничних циклів.

В даному випадку зовнішніми граничними циклами називаються цикли, які можна представити у вигляді спіралей, які скручуються в замкнену криву з нескінченності, внутрішніми - з точки, що знаходиться всередині замкненої кривої, розкручується в замкнену криву. Замкнена крива може бути колом, еліпсом, овалом тощо.

Теорема 5.2. /Стійкість конструктивної математики/. Конструктивна математична система, що складається з елементів $M = \sum_{nmab}^{5400} M_{ijkp}$ називається: а/ абсолютно стійкою, якщо $\forall M \neq 0$; б/ метастабільною, якщо $\exists M \neq 0$; в/ нестійкою, якщо $\forall M = 0$.

Теорема 5.3. /Про конструктивну стійкість/. Спряжена математична система є:

а/ абсолютно стійкою за конструктивом, якщо $\forall M_{ij} = E_{ij}$ де $E_{ij} \in \{E_i\}$, E_i - одиничні елементи для відповідних пар $(X_i; Y_i)$; $(Y_i; Y_i)$; $(A_i; A_i)$; $(A_i'; A_i')$; $(A_i''; A_i'')$; $(O; \bar{O})$; $(O'; \bar{O}')$; $(O''; \bar{O}'')$;

б/ метастабільною за конструктивом, коли $\exists M_{ij} = E_g$;

в/ нестійкою за конструктивом, якщо $\forall M_{ij} \neq E_g$.

Теорема 5.2 є практично умовою існування математичного конструктиву; теорема 5.3 - умовою існування "квазіядерного" конструктиву і тим самим перехідним містком між конструктивною та звичайною математикою.

Наводяться також теореми для стійкості дифеоморфно-спряжених форм.

Спряжена теорія інваріантів описана в другому параграфі.

Як відомо, інваріант - це відображення розглядуваної сукупності M математичних об"єктів, на якій задане фіксоване відношення еквівалентності ρ в іншу сукупність M математичних об"єктів, і яке постійне на класах еквівалентності M по ρ.

Введемо допоміжні визначення правого та лівого крила.

Лівим крилом узагальненого конструктивного елемента називається вираз

$$M^{\ell} = A \cdot A_n^{\ell} \cdot O \cdot O_o^{\ell} \mathcal{N}_{\varphi_{ij}} \qquad /56/$$

Правим крилом узагальненого конструктивного елемента називається вираз

$$M^{r} = \bar{A} \cdot \bar{A}^{r} \cdot \bar{O} \cdot \bar{O}_o^{r} \mathcal{N}_{\varphi_{ij}} \qquad /57/$$

Положення класичної теорії інваріантів справедливі для лівого та правого крила, коли їх розглядати окремо одне від одного, але не для узагальненого конструктивного елемента в цілому.

Внутрішніми інваріантами називаються інваріанти правого та лівого крила узагальненого конструктивного елемента.

Зовнішніми інваріантами називаються інваріанти узагальненого конструктивного елемента в цілому.

Теорема 5.4. Класичні інваріанти є інваріантами правого та лівого крила узагальненого конструктивного елемента.

Зв"язок між зовнішніми та внутрішніми інваріантами здійснюється через ранги перетворень.

Отримані результати, які відмінні від класичної теорії інваріантів, зокрема 14-а проблема Гільберта про скінченність системи інваріантів. У випадку поліметричної ідеології ця проблема формулюється наступним чином.

Проблема 1. /Аналог 14-ої проблеми Гільберта/. Чи завжди можна побудувати /знайти/ таку конструктивну алгебраїчну систему, в якій кожна інша конструктивна підсистема, яка складається із тих самих складових елементів, що й основна система, виражається кінечним раціональним способом?

Відповідь на цю пр блему дає

Теорема 5.5. Конструктивна математична система, яка побудована на узагальнених конструктивних елементах, є розв"язком проблеми 1.

Таким чином, на відміну від класичної математики в розглянутому підході будь-яке перетворення та представлення, у тому числі й зовнішньо інваріантне, має скінченне раціональне представлення. Нагадаємо, що в класичній математиці для груп - скінченне /Гільберт/, а для кілець - нескінченне /Нагата/.

В третьому параграфі приводяться основи конструктивної /спряженої/теорії ймовірності.

За рахунок поліметричності в єдиний конструктив зводяться гносеологічна та онтологічна ймовірності. Під гносеологічною ймовірністю ми розуміємо статистику, а під онтологічною - ймовірність типу квадрату хвильової функції в квантовій механіці.

Спряженою ймовірністю розподілу Ψ_i назвемо величину

$$P_{ij} = \Psi_i \cdot \bar{\Psi}_j \qquad /58/$$

де Ψ_i та $\bar{\Psi}_j$ – зовнішні та внутрішні /прямі та обернені/ ймовірності за визначенням.

В найбільш загальному випадку P_{ij} можна представити у вигляді узагальненого конструктивного елемента.

Замість узагальненого конструктивного елемента будемо записувати

$$P_{ij} = (\Psi_i / \bar{\Psi}_j) \qquad /59/$$

де дужки $($ / та / $)$ характеризують узагальнені перетворення.

Чистими ймовірнісними спряженими величинами називаються стани, для яких

$$P_{ij} = \Delta_{ij} \qquad /60/$$

де Δ_{ij} – узагальнений символ Кронекера.

Математичним сподіванням величини N^k є вираз

$$M_{ij} = M(P_{ij}) = (\Psi_i / N^k / \bar{\Psi}_j) \qquad /61/$$

Перехід від /61/ до класичного математичного сподівання дуже простий

$$M(P_{ij}) = \Psi_i N \bar{\Psi}_j \simeq N \Psi_i \bar{\Psi}_j = N P_{ij} \qquad /62/$$

Лівим /зовнішнім/ математичним сподіванням порядку k називається величина

$$_k M_{ij}^{\ell} = (x^k \Psi_i / \bar{\Psi}_j) \qquad /63/$$

Правим /внутрішнім/ математичним сподіванням величини x порядку k називається величина

$${}_kM_{ij}^r = (\Psi_i / x^k \overline{\Psi}_j)$$ /64/

Кореляцією математичної величини N /спряженою кореляцією/ називається співвідношення

$$R = (\Psi_i / N^2 / \overline{\Psi}_j)$$ /65/

Лівою /зовнішньою/ кореляцією величини X називається співвідношення

$$R^l = (x^2 \Psi_i / \overline{\Psi}_j)$$ /66/

Правою /внутрішньою/ кореляцією величини X називається співвідношення

$$R^r = (\Psi_i / x^2 \overline{\Psi}_j)$$ /67/

Нормальною ймовірністю називається величина

$$\pi_{ij} = \frac{P_{ij}}{\sum_{l=1}^{N} N_{jl}}$$ /68/

де $(P_{ij})_{max} = N_{ij}$.

Для нормальної ймовірності справедлива

Лема 5.1.

$$\sum_{i,j=1}^{N} \pi_{ij} = 1$$ /69/

Така форма подання ймовірності дозволяє зняти ряд філософських проблем обгрунтування ймовірності /крім статистики враховує й онтологічний аспект/, а також розширити обчислювальні можливості /включаються поліметричні перетворення/.

Основи методу дифеоморфно-спряжених форм наведені в четвертому параграфі.

Основними елементами методу дифеоморфно-спряжених форм є узагальнені конструктивні елементи, в яких узагальнені математичні перетворення замінені на операції диференціювання. Наведемо ці операції.

Зовнішнім диференціюванням n -диференційовного функціонального числа $N_{\varphi_{ij}}$, яке задане на множині елементів $N_{x_{ij}}$, називається операція диференціювання по прямих /зовнішніх/ складових $N_{x_{ij}}$, тобто

$$D_{n_i} = \frac{\partial^n}{\partial x_i^n} \qquad /70/$$

Внутрішнім диференціюванням $N_{\xi\varphi}(N_{\bar{x}_{ij}})$ називається операція диференціювання по обернених /внутрішніх/ складових $N_{\bar{x}_{ij}}$, тобто

$$\bar{D}_{n_j} = \frac{\partial^n}{\partial \bar{x}_j^n} \qquad /71/$$

Нуль-диференціюванням прямим /оберненим/ на множині елементів $N_{\varphi_{ij}(x_{ij})}$ називається операція зменшення /збільшення/ $N_{\varphi_{ij}(x_{ij})}$ на n одиниць їх міри без зміни розмірності

$$O_{dn} N_{ij} = N_{ij} \ominus (n)_{ij}$$

$$\bar{O}_{dn} N_{ij} = N_{ij} \oplus (n)_{ij} \qquad /72/$$

де $N_{ij} \in \{N_{x_{ij}}, N_{\bar{x}_{ij}}\}$; $(n)_{ij}$ - означає, що величина n має розмірність N_{ij}.

Правим /лівим/ диференціюванням називається операція диференціювання, яка диференціює праву /ліву/ частину $N_{\xi_{ij}}$ по прямих /обернених/ параметрах

$$D^r_{ns} N_{\varphi_{ij}} = \varphi_i \left(\cdot \frac{\partial^n \bar{\varphi}_j}{\partial x_s^n} \right);$$

$$\bar{D}^r_{ns} N_{\varphi_{ij}} = \varphi_i \left(\frac{\partial^n \bar{\varphi}_j}{\partial \bar{x}_s^n} \right), \qquad /73/$$

$$D^{c}_{ns} \cdot N_{\varphi_{ij}} = \left(\frac{\partial^n \varphi_i}{\partial x_s^n}\right)\bar{\varphi}_j \; ;$$

$$\bar{D}^{c}_{ns} N_{\varphi_{ij}} = \left(\frac{\partial^n \varphi_i}{\partial x_s^n}\right)\bar{\varphi}_j \qquad /74/$$

Правим /лівим/ нуль-диференціюванням називається операція нуль-диференціювання, яка діє на праву /ліву/ частину $N_{\varphi_{ij}}$, тобто

$$O^{r}_{dn} \overset{\circ}{N}_{\varphi_{ij}} = \varphi_i(\bar{\varphi}_j \ominus n_j)$$

$$\bar{O}^{r}_{dn} N_{\varphi_{ij}} = \varphi_i(\bar{\varphi}_j \oplus n_j) \qquad /75/$$

$$O^{c}_{dn} N_{\varphi_{ij}} = (\varphi_i \ominus n_j)\bar{\varphi}_j \qquad /76/$$

$$\bar{O}^{c}_{dn} N_{\varphi_{ij}} = (\varphi_i \oplus n_j)\bar{\varphi}_j$$

В цілому окремі члени дифеоморфно-спряжених форм можна подати у вигляді

$$\overset{s\,t\,q\,o}{\underset{n\,m\,a\,s}{\mathcal{S}}}{}_{ijkp} = D_i \bar{D}_j O_{dk} \bar{O}_{dp} D^{r}_{s} \bar{D}^{r}_{t} D^{c}_{m} \bar{D}^{c}_{n} \overset{\circ}{O}^{r}_{dq} \bar{O}^{r}_{do} O^{c}_{da} \bar{O}^{c}_{ds} N_{\varphi_{ij}} \qquad /77/$$

Дифеоморфно-спряжені форми називаються адитивними, коли диференціальні оператори діють адитивно, і мультиплікативними, коли мультиплікативно.

Вводиться поняття симетричних та асиметричних форм. Показаний зв"язок зовнішніх диференціальних форм з дифеоморфно-спряженими формами.

<u>Глава 6.</u> Інші застосування поліметричної методології.

В першому параграфі показано, що поліметричну методологію можна розглядати, як формалізацію методології Ньютона-Трентовського-Харріса.

В другому параграфі наведені основи теорії мультиадних ігор.

В цій теорії основну роль відіграють функції ігрової ситуації: пряма та обернена функція, а також узагальнені перетвореня.

Мультиадною функцією ігрової ситуації в даному випадку виступає узагальнений конструктивний елемент, а також праве та ліве крило.

Стратегією мультиадної гри ${}^{s190}_{пров}M_{ijkp}$ називається певна діаграма, що пов"язує ${}^{s190}_{пров}M_{ijkp}$ з певним індексом.

Кількість гравців та їх зв"язки входять у функції φ та $\bar{\varphi}$, а також виражаються через узагальнені перетворення. Таким чином, на відміну від класичної теорії ігор, наша теорія будується на більш загальній ігровій ситуації.

Мультиадна гра називається грою з чистою стратегією, коли вона здійснюється за сценарієм, що описується узагальненим конструктивним елементом, лівим та правим крилом.

Сценарієм мультиадної гри називається вибір та форма запису з усіма перетвореннями.

Мультиадна гра називається грою зі змішаною стратегією:

1-го типу, коли

$$M^1 = \bar{A}_j \cdot \bar{O}_p \cdot A_t^{\leftarrow} \cdot O_o^{\leftarrow} \cdot \bar{A}_m^{\leftarrow} \cdot \bar{O}_s^{\leftarrow} \cdot N_{\varphi ij}. \qquad /78/$$

$$M^2 = A_i \cdot O_k \cdot A_s^{\leftarrow} \cdot O_q^{\leftarrow} \cdot A_n^{\leftarrow} \cdot O_a^{\leftarrow} \cdot N_{\varphi ij}. \qquad /79/$$

2-го типу, коли прямі та обернені перетворення діють разом.

Суттєвою відміною пропонованої гри від класичної теорії ігор є відсутність принципу мінімаксу, тому що ця гра побудована за іншою стратегією і в основу її побудови покладені поліметричні уявлення.

Мультиадною грою двох ситуацій з добутком 1 називається гра з елементами

$$\prod_{n\text{тов}}^{\text{Sigo}} M_{ijkp} = 1 \qquad /80/$$

Аналогічно вводиться поняття гри ситуацій з добутком одиниця.

Коли класичну гру звести до мультиплікативної форми, то вона матиме вигляд

$$\frac{\prod_{j=1}^{n} f(N_i)}{\prod_{j=1}^{n} f(\bar{N}_j)} = 1 \qquad /81/$$

де N_i, $\bar{N}_j$ – число "гравців" з кожного боку, $f(N_i)$, $f(\bar{N}_j)$ – відповідні ігрові ситуації.

В залежності від типу узагальненого конструктивного елемента /функції ігрової ситуації/ ми маємо наступні мультиадні ігри:

1/ ігри на основі квантово-механічних логік;

2/ ігри на основі методу дифеоморфно-спряжених форм;

3/ стохастичні мультиадні ігри;

4/ довільні мультиадні ігри, включаючи мультиадні ігри з нулем, а також довільним N.

Застосування поліметричного методу в економетриці наведено в третьому параграфі.

Класична економетрика в основному використовує методи статистичного аналізу та закони типу Вальраса-Леонтьєва /для еволюційних систем/ та фон Неймана – Маркса /для"революційних" систем/. Однак сучасний рівень розвитку суспільства потребує більш прогресивних теорій, про що свідчать дослідження Римського клубу.

Основними законами рівноважної економетрики є закони Хікса та принцип Ле Шательє-Самуельсона.

Наведемо основну термінологію: z_i - загальний випуск продукції в i-ій галузі; z_{ij} - кількість продукції в i-ій галузі, яка споживається j-ою галуззю; c_i - запит на і-ий продукт; a_{ij} - постійні коефіцієнти витрат i-го продукту на одиницю випуску j-ої галузі; p_i - ціна продукту i-ої галузі; w - заробітна плата; q_i - прибуток в розрахунку на одиницю продукції, що випускається в i-ій галузі; $a_{n+1,i}$ - коефіцієнти трудових витрат в i-ій галузі.

Система рівнянь балансу витрат і випусків всієї продукції в системах леонтьєвського типу:

$$z_i = \sum_{i=1}^{n} a_{ij} z_j + c_i \; (i=1,\dots n) \qquad /82/$$

Система рівнянь балансу цін, заробітної плати та прибутку:

$$p_i = \sum_{j=1}^{n} a_{ji} p_j + a_{n+1,i} w + q_i \quad (i=1,\dots n) \qquad /83/$$

Тепер розглянемо, як можна в даному випадку перейти до подання поліметричної міри. Візьмемо першу половину рівнянь /82/ леонтьєвської моделі. Введемо обернені економетричні параметри

$$k_i = \frac{N_1}{z_i}; \quad b_i = \frac{N_2}{c_i}; \quad y_{ij} = \frac{N_3}{a_i z_{ij}} \qquad /84/$$

Узагальнені економетричні параметри мають вигляд

$$K_{ij} = k_i z_j; \quad B_{ij} = b_i c_j; \quad Y_{ij} = z_i y_{ij} \qquad /85/$$

В цілому

$$K_{ij} = \begin{cases} N_1; & i=j \\ f_2(k_i z_j); & i \neq j \end{cases} \qquad /86/$$

$$B_{ij} = \begin{cases} N_2; & i=j \\ f_2(k_i; z_j); & i \neq j \end{cases} \qquad /87/$$

$$Y_{ij} = \begin{cases} N_3; & i=m; j=n \\ f_3(z_{ij}, y_{mn}); & i \neq m; j \neq n \end{cases} \qquad /88/$$

Узагальнене економетричне рівняння можна записати так

$$F(K_{ij}) = F_1(Y_{ij}) + F_2(B_{ij}) \qquad /89/$$

де F – функціональна залежність.

В лінійному випадку

$$K_{ij} = Y_{ij} + B_{ij} \qquad /90/$$

або

$$k_i z_j = z_{ij} y_{mn} + b_i c_j \qquad /91/$$

При $i=j=m=n$ маємо

$$kz = \tilde{z}y + bc \qquad /92/$$

Мінімізуючи ці співвідношення дістанемо

$$\frac{dz}{dy} = \frac{dz}{dk} = A_1; \quad \frac{dk}{db} = \frac{dc}{dz} = A_2; \quad \frac{d\tilde{z}}{db} = \frac{dc}{dy} = A_3 \qquad /93/$$

Розв"язуючи ці рівняння маємо

$$\begin{aligned} z &= z_0 + A_1 y; & c &= c_0 + A_2 z; \\ z &= z_0 + A_1 k; & \tilde{z} &= \tilde{z}_0 + A_3 b; \\ k &= k_0 + A_2 b; & c &= c_0 - A_3 y \end{aligned} \qquad /94/$$

Тобто маємо лінійні закони збереження кількості витрат, захисту та оберненозв"язних величин. Співвідношення /94/ є практично узагальненням основних законів рівноважної економетрики.

В четвертому параграфі наводиться конструктивно-інформаційний підхід до питання про можливість існування единої прамови. В основу цього підходу покладені семіотично-інформаційні представлення.

Приймаючи 16 за мінімальне число знаків "логічного" письма та використовуючи певні значення коефіцієнтів інформаційної надлишковості, маємо:

фінікійський алфавіт, іврит /$k_1=1,4$/ - 22 літери;

грецька мова, латинь /$k_2=1,618$/ - 26 літери;

українська /$k_3=2$/ - 32 літери.

Згідно теорії інформації нормальна розмовна мова має інформаційну надлишковість 1,4. Надлишковість 1,618 /"золота пропорція"/ є в мовах народи яких зробили чи не найбільший вклад в розвиток сучасного мистецтва та науки; при інших k маємо мови, народи яких внесли значний вклад в розвиток лінгвістики, різних соціальних експериментів.

Наводиться поліметрична лінгвістична схема. "Лінгвістичність" поліметричного підходу обумовлена тим, що параметр зв"язності σ_t може бути більший від одиниці.

В п"ятому параграфі розглядається проблема "схованих параметрів" в квантовій механіці та її розв"язок з допомогою поліметричного підходу. Ця проблема розв"язується з допомогою гібридної теорії систем та має позитивний розв"язок.

В шостому параграфі наводяться основні результати по уніфікації основних законів фізики на основі поліметричного підходу. Показано, що як гібридна теорія систем, так і теорія інформаційно-фізичних структур, є кроком вперед в уніфікації основних законів природи та науки.

Основні результати роботи.

1. Створені фізико-математичні основи нової технології одримання більш мініатюрних елементів опто-електронних систем, що включає в себе:

- створення основ релаксаційної оптики;

- показаний вплив спектрального складу випромінювання при незворотній взаємодії оптичного випромінювання з твердими тілами /на прикладі вузькозонних напівпровідників $A^{III}B^{V}$/;

- розроблені основи іонно-лазерної технології вузькозонних напівпровідників $A^{III}B^{V}$.

2. Створені основи теорії інформаційних обчислень, що включає в себе:

- теорію функціональних чисел;

- теорію узагальнених математичних перетворень;

- теорію функціональних матриць;

- супермодулярну арифметику;

- власне теорію інформаційних обчислень.

3. Розроблені математичні основи функціональнологічних автоматів, що включає в себе:

- функціональну логіку;

- теорію інформаційно-фізичних структур;

- критерії взаємності та простоти;

- теорію гібридних систем;

- власне теорію функціональнологічних автоматів.

4. Створена поліметрична теорія міри та вимірювань, яка є синтезом класичної математичної теорії міри, аналізу розмірності, квантовомеханічної та алгоритмічної теорії вимірювань тощо, та показано її використання для проблеми розпізнавання образів.

5. На основі розробленої методології створені наступні те-

орії:

- вирішена проблема стійкості в конструктивній математиці;
- створена спряжена теорія інваріантів, в т.ч. переформульована 14-а проблема Гільберта та наводиться її розв"язок;
- створений метод дифеоморфно-спряжених форм;
- створено теорію мультиадних ігор;
- побудований оригінальний конструктивно-інформаційний підхід в лінгвістиці;
- створені основи поліметричної економетрики;
- створена спряжена теорія ймовірності;
- позитивно вирішена проблема "схованих параметрів" в квантовій механіці;
- проведена дальша уніфікація законів природи.

6. Крім того розроблені фізичні та математичні моделі, теорії дозволили розв"язати наступні конкретні задачі та проблеми:

- розрахунок профілів розподілу донорних центрів в приповерхневих слоях $InSb$, $InAs$, $Mg^{++}/InSb$ та $Mg^{++}/InAs$;
- вибір та розрахунок оптимальних режимів лазерного відпалювання іонноімплантованих плівок $InSb$ та $InAs$, включаючи й експериментальні результати; а також процеси лазерного легування та інших оптико-лазерних обробок твердих тіл;
- вибір та оцінка оптимальних системних підходів для розв"язку задач системного характеру в області геосистем, гідродинаміки і т.і.;
- вибір оптимальних шляхів створення нових типів комп"ютерів;
- вибір оптимальних режимів інформаційних обчислень та їх оцінка.

Основні результати опубліковані в таких роботах.

1. Трохимчук П.П. Поліметрична теорія міри та вимірювань та деякі її застосування. - К.: ІЗМН ВО,1993. - 124 с.

2. Трохимчук П.П. Основи поліметричного аналізу. - К.: ІСДО, 1993. - 168 с.

3. Курбатов Л.Н., Стоянова И.Г., Трохимчук П.П., Трохин А.С. Лазерный отжиг полупроводниковых соединений $A^{III}B^{V}$//ДАН СССР. - 1983. - Т.268. - Вып.3. - С.594-597.

4. Трохимчук П.П. Теорія оптимальних динамічних /інформаційно-фізичних/ структур//ДАН України. - 1992. - №1. - С.22-25.

5. Трохимчук П.П. К вопросу о создании общей теории систем//ДАН России. - 1992. - Т.326. - Вып.3. - С.441-445.

6. Трохимчук П.П. Синтез та уніфікація в науці. Аспекти формалізації//Вісник АН України. - 1992. - №6. - С.26-33.

7. Трохимчук П.П. Ньютон - мислитель та вчений: до 350-річчя з дня народження//Вісник АН України. - 1992.-№12.-С.63-72.

8. Трохимчук П.П. Основы теории оптимальных социально-экологических систем//Компьютерные системы принятия решений в экологии. - К.: ИК АН Украины.1991. - С.71-75.

9. Стоянова И.Г., Трохимчук П.П., Хойфец В.Л. Кратковременный отжиг ионноимплантированных слоев InAs излучением непрерывного лазера на CO_2//Труды VIII Международной конференции по ионной имплантации в полупроводники и другие материалы. - Вильнюс:1983.-С.13-15.

10. Трохимчук П.П. Гармония от Пифагора до наших дней//Образ-смысл в античной культуре.-М.:ГМИИ им.А.Пушкина.1990.-С.267-285.

11. Трохимчук П.П. Проблема измерения в теории динамических структур//Материалы II-ой Республиканской научно-технической конференции "Методы и средства измерения в области электромагнитной совместимости". - Винница:ВПИ,1991. - С.71-75.

12. Trokhimchuck P.P. The foundation of relaxation optic// Proc. Intern. Conf. "Physics in Ukraine." Solid state physics.- Kiev: JTP Press, 1993 - P.230-233.

13. Трохимчук П.П. Поліметричний підхід в теорії розпізнавання образів//Праці 1-ої Всеукраїнської конференції по обробці сигналів і зображень та розпізнаванню образів.-К.:ІК АН України, 1992. - С.35-37.

14. Трохимчук П.П. До питання про можливість існування единої прамови /інформаційні аспекти/ //Матеріали 1-ої Міжнародної конференції "Мова та культура". - К.:КДУ,1992. - С.98-99.

15. Трохимчук П.П. Противоречия в современной физической теории. Метод диффеоморфно-сопряженных форм и некоторые его применения. - Свердловск, 1985. - 41 с. - /Препр.УНЦ АН СССР. Физико-технический ин-т. Научные доклады/.

16. Трохимчук П.П. Необратимое воздействие оптического излучения на полупроводники /Боголюбовский подход/ //Физико-технический ин-т УНЦ АН СССР.-Ижевск,1984. - Деп. в ВИНИТИ 27.01.85, №929. - 13 с.

17. Trokhimchuck P.P. On question of the creation united system of the formalization the knowledge// Abstr. XIX World Congr. of Philosophy, v.1, sec.10.- Mosc.: 1993.

Інші роботи наведені в списках літератури в монографіях 1, 2.

Трохимчук П.П. Разработка основ теории нестандартного моделирования информационных и физических процессов.

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.

Защищается 53 научных работ, в т.ч. 2 монографии, которые содержат основы теории нестандартного моделирования информационных и физических процессов. Разработаны: 1/ физико-математические основы ионно-лазерной технологии изготовления элементов опто-электронных систем; 2/ основы теории информационных исчислений и функциональнологических автоматов; 3/ полиметрическая теория меры и измерений; 4/ ряд приложений полиметрического метода. Осуществлено народно-хозяйственное внедрение предложенных разработок, приводятся данные о его эффективности.

Trokhimchuck P.P. The creation of the foundation the theory of nonstandard modeling the informative and physical processes.

The thesis on receiver the scientific degree the Doctor of technical science on speciality 05.13.16 - Application the computer technic, mathematical modeling and mathematical methods in researches. Vinnitsa State Technical University, Vinnitsa, 1994.

53 scientific papers, among them 2 monographs are defended. They are represented the foundation of the theory nonstandard modeling of informative and physical processes. Physical and mathematical foundation of ion-laser technology of constructed the elements of optical-electronic systems, the foundation the theory of informative calculations and functional-logical automats, the polymetric theory of measure and measurements and some applications of polymetric method was created. The people-economical introduction of these papers are used. The data of its effectively was represented.

Ключові слова: релаксаційна оптика, поліметрична теорія міри та вимірювань, гібридна теорія систем, інформаційні обчислення, функціональнологічні автомати.

Подписано в печать 26.09.94г.
Бумага типографская № 2.
Печать офсетная.
Зак. № I2. Тир. I00 экз.
СКТБ "Модуль" Хмельницкое шоссе, 97а