

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ

"КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ"

На правах рукопису

Кондратова Людмила Павлівна

УДК 681.324:519.85

**АНАЛІЗ І ОПТИМІЗАЦІЯ СТРУКТУРИ КОМУНІКАЦІЙНОЇ І  
ТЕРМІНАЛЬНОЇ ПІДСИСТЕМ ЛОКАЛЬНОЇ КОМП'ЮТЕРНОЇ МЕРЕЖІ**

Спеціальність 05.13.13 - "Обчислювальні машини, системи та мережі"

**АВТОРЕФЕРАТ**

**дисертації на здобуття наукового ступеня**

**кандидата технічних наук**

1997

М.М.Орлова

Київ 1997



Дисертацією є рукопис.  
Робота виконана у Національному технічному університеті України  
"Київський політехнічний інститут"

Науковий керівник: доктор технічних наук, професор  
Печурін Микола Капітонович

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор  
Зайченко Юрій Петрович,  
кандидат технічних наук  
Шалугін Сергій Сергійович

Провідна організація: Інститут проблем реєстрації  
інформації НАН України.

Захист відбудеться "23" 06 1997 р. о 14.30 год. на засіданні  
Спеціалізованої Ради Д 26.002.02у Національному технічному університеті  
України "Київський політехнічний інститут" (Київ, пр.Перемоги, 37, корп.18,  
ауд.306).

Відгуки на автореферат у двох екземплярах, завірені печаткою  
установи, просимо надсилати за адресою: 252056, Київ, пр.Перемоги, 37,  
Вченому секретареві НТУУ "КПІ".

З дисертацією можна ознайомитися у бібліотеці Національного технічного  
університету України "Київський політехнічний інститут".

Автореферат розіслано "20" 05 1997 р.

Вчений секретар Спеціалізованої  
вченої Ради, канд. техн. наук

М.М. Орлова

## АНОТАЦІЯ

Дисертаційна робота полягає в створенні і дослідженні комплексу моделей і методів синтезу структури локальних мереж, які забезпечують отримання програмно-технічного комплексу сумісних апаратних і програмних засобів і показники якості сервісу 1-4 рівнів моделі ВВС/МОС.

Поставлена мета досягається розв'язанням наступних задач:

- виділення структурних і функціональних параметрів локальної мережі з метою визначення проекту сумісних апаратних і програмних засобів;
- порівняльний аналіз і узагальнення існуючих моделей, методів і програмних засобів структурного синтезу мереж ЕОМ;
- розробка математичних моделей, методів і програмних засобів оптимального синтезу структури локальної мережі, яка представляє 1-4 рівні моделі ВВС/МОС;
- дослідження параметрів математичних моделей синтезу структури локальної мережі щодо оптимальності та/або допустимості проектного рішення.

Автор захищає:

- способи формування альтернативних варіантів структури локальної мережі, які засновані на використанні методів морфологічного аналізу;
- метод розрахунку структури підсистеми з комутацією пакетів за критеріями часу затримки і надійності, який забезпечує скорочення області пошуку рішень;
- алгоритм багатокритеріальної оптимізації структури локальної мережі, який заснований на апроксимації множини Парето.

ЛНБ ім. В. Стефаника  
АН України

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність проблеми.** При створенні локальних мереж на основі персональних комп'ютерів як важливішого атрибуту інфраструктури інформатизації підприємства має місце проблема апаратно-програмної сумісності через складну структуру програмного забезпечення та різну архітектуру мікропроцесорів.

Для дослідження ефективності функціонування комп'ютерних мереж розроблені і використовуються методи на основі математичного та імітаційного моделювання. Даній проблемі присвячені роботи Додонова О.Г., Нікітіна А.І., Зейченко Ю.П., Вінницького В.П., Янбиха Г.Ф., Вишневського В.М., Лазарева В.Г. та інших провідних вчених в Україні і СНД, Клейнрока Л., Мартіна Дж., Кубата П., Мурати М., Кершенбаума А. - за кордоном. Розроблені методи і моделі призначені для створення проектів інформаційно-обчислювальних мереж (ІОМ), які орієнтовані на виконання прикладних процесів і представляють 4-7 рівні моделі ВВС/МОС. Структура ІОМ визначається на множині універсальних технічних засобів або технічних засобах заданої номенклатури. Необхідністю врахування апаратно-програмної сумісності визначено **МЕТУ ДИСЕРТАЦІЇ** - створення та дослідження комплексу моделей і методів синтезу структури локальної мережі, які забезпечують отримання проекту програмно-технічного комплексу (ПТК), що містить сумісні апаратні і програмні засоби з урахуванням показників якості сервісу 1-4 рівнів ВВС/МОС. Для досягнення цієї мети у дисертації розв'язуються наступні задачі:

- виявлення структурних та функціональних параметрів підсистем локальної мережі з метою визначення проекту сумісних апаратних і програмних засобів;
- порівняльний аналіз та узагальнення існуючих математичних моделей, методів і програмних засобів структурного синтезу мереж ЕОМ;
- розробка математичних моделей, методів і програмних засобів оптимального синтезу структури локальної мережі, що представляє 1-4 рівні ВВС/МОС;
- дослідження параметрів математичних моделей оптимізації структури локальної мережі щодо оптимальності та/або допустимості проектного рішення.

**Методи досліджень** можна поділити на три групи. До першої групи належать методи морфологічного аналізу підсистем локальної мережі. Другу групу методів становлять аналітичні методи, які використовуються для визначення оптимального проектного рішення, а саме: методи математичного програмування, багатокритеріальної оптимізації, елементи теорії графів і масового обслуговування, чисельні методи розв'язання систем лінійних рівнянь. Третю групу методів становлять методи модульного і структурного програмування, які використані при побудові програмної системи конфігурування локальної мережі.

**Наукова новизна** роботи полягає у розробці способів формування альтернативних варіантів сумісних апаратних і програмних засобів для підсистем локальної мережі на основі методів морфологічного аналізу (доцільно декомпонувати морфологічну множини варіантів у випадку, коли кількість розглядаємих варіантів має порядок не менш, ніж 3); в отриманні нового методу розрахунку структури підсистеми комутації пакетів за критеріями часу затримки і надійності, який забезпечує скорочення області допустимих рішень до класу регулярних графів; у розробці нового способу, який заснований, на відміну від відомих способів, на апроксимації множини Парето (запропонований алгоритм доцільно використовувати у випадку, коли частинні критерії представлені або апроксимовані несучоро увігнутими функціями, а область допустимих рішень є випуклою).

**Практична цінність** результатів дисертаційної роботи полягає в тому, що розроблені методи і алгоритми розрахунку структури підсистем локальної мережі забезпечують отримання проекту, що містить сумісні апаратні і програмні засоби, враховуючи показники якості сервісу.

Вірогідність висновків і рекомендацій підтверджується математичними доведеннями, обчислювальними експериментами на ЕОМ, результатами розв'язання практичних задач, актами про впровадження результатів розробок.

**Реалізація результатів роботи.** Результати дисертації використані при виконанні науково-дослідних господарських робіт між Київським політехнічним інститутом та Інститутом кібернетики ім. В.М.Глушкова НАНУ, ПОЦ Мінелектротехпрому, програми Міннауки України "Інформатизація в галузі освіти", проєктів Міносвіти. Загальний економічний ефект від впровадження результатів роботи склав 26,21 тис.крб. (у цінах 1991 р.). Теоретичні і практичні результати роботи використані при підготовці методичних вказівок з дисциплін "Мережі ЕОМ",

"Математичні методи дослідження операцій" за спеціальностями "Автоматизовані системи обробки інформації і управління" і "Комп'ютерна інженерія".

**Апробація роботи.** Основні положення дисертаційної роботи доповідались та обговорювались на наступних конференціях і семінарах: Загальносоюзних конференціях "Діалог "Людина-ЕОМ" (Протвіно, 1983 р., Свердловськ, 1989 р.), Республіканському семінарі "Інтерактивні системи" (Київ, 1983 р.), конференції "Методи і засоби підвищення ефективності вживання засобів мікропроцесорної техніки, мікро-ЕОМ і персональних ЕОМ на їх основі" (Київ, 1986 р.), Загально-союзній конференції "Живучість і реконфігурація інформаційно-обчислювальних і управляючих систем" (Алушта, 1988 р.), конференції "Комплексування апаратно-програмних засобів мереж ЕОМ та обробки зображень" (Київ, 1989 р.), Загальносоюзному семінарі "Банки даних в інформаційних системах" (Москва, 1989 р.), 1-ї Міжнародної науково-практичної конференції "САПР СВТ-89" (Ленінград, 1989 р.), конференції "Проблеми комплексної автоматизації гідрофізичних досліджень" (Севастополь, 1989 р.), Загальносоюзній нараді "Проблеми вживання обчислювальної техніки і автоматизованих систем в управлінні комплексним соціально-економічним розвитком регіонів" (Донецьк, 1989 р.), 4-й Загальносоюзній нараді "Методи і програми розв'язання оптимізаційних задач на графах і мережах" (Новосибірськ, 1989 р.), 5-му Загальносоюзному семінарі "Методи синтезу і планування розвитку структур крупномасштабних систем" (Звенигород, 1990).

**Публікації.** Основні результати досліджень опубліковані у 19 друкованих працях, що наведені наприкінці автореферата.

**Структура та обсяг дисертації.** Робота складається із вступу, 4 глав, заключної частини та додатків (загалом 16 / с.).

У вступі наведено обґрунтування актуальності дисертаційної роботи, формулюються мета та задачі дослідження і основні положення, які винесено на захист.

У першій главі сформульовано задачу синтезу структури локальної мережі для 1-4 рівнів ВВС/МОС, проведені порівняльний аналіз математичних моделей, методів і програмних засобів проектування комп'ютерних мереж, що дозволив виявити особливості їх використання для проектування локальних мереж.

У другій главі виявлено комплекс критеріїв ефективності структури локальної мережі, що регламентується стандартами 8802, X.25, міжмеражевих протоколів, розроблені математичні моделі, проведений системний аналіз з метою виявлення повноти можливих рішень і на цій основі запропонований двоетапний морфологічний аналіз структури моноканала, що дозволяє скоротити час пошуку проектного рішення за рахунок відсікання меншої кількості несумісних апаратних і програмних засобів.

У третій главі розглянуті методи синтезу структури підсистем локальної мережі, проведено дослідження параметрів математичних моделей щодо оптимальності і допустимості проектного рішення. Розглядаються алгоритми багатокритеріальної оптимізації структури підсистем локальної мережі. Пропонується новий спосіб розрахунку оптимальної структури підсистеми з комутацією пакетів, який обмежує область пошуку рішень, визначаючи її у класі регулярних графів.

У четвертій главі розглянуті практичні задачі синтезу структури окремих підсистем локальної мережі: моноканала, підсистеми з комутацією пакетів, термінальної підсистеми за допомогою програмної системи, в основу розробки якої покладені запропоновані алгоритми

У заключній частині сформульовані основні результати роботи.

Додатки містять математичні викладки, доведення положень, що сформульовані в основному тексті дисертації, допоміжні розрахунки, документи, які підтверджують впровадження результатів роботи.

## ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

Задача синтезу структури локальної мережі формулюється наступним чином. Є множини  $I = \{1, 2, \dots, n\}$  індексів кінцевих систем (КС),  $J = \{1, 2, \dots, k\}$  індексів вузлів комутації (ВК). Для кожної КС задані значення пропускнуої здатності  $W_i$  і коефіцієнта використання  $c_i$  ( $i = 1, n$ ). Технічні засоби КС представлені множинами  $T_{код}$ ,  $T_{код}$  індексів типів апаратних засобів кінцевого обладнання даних (КОД) і апаратури закінчення каналу даних (АКД). Програмні засоби КС представлені множинами  $P^i$  програмних засобів підтримки АКД і  $P^i_{ПС}$  прикладних систем. Апаратні і програмні засоби ВК представлені множинами  $T^k$  індексів типів апаратних засобів і  $P^k$  індексів типів програмних засобів комутації пакетів. Для взаємодії КС на фізичному рівні задані множини  $T_n$  повторювачів,  $T_{нд}$  індексів типів концентраторів і  $T_1$  індексів типів ліній передачі. Обмін даними між ВК

здійснюється з інтенсивностями, які задані у матриці  $H = \|h_{rsq}\|$ ,  $r, q = 1, \dots, k$ ,  $s = 1, \dots, m$  ( $m$  - кількість індексів типів повідомлень, які передаються між ВК).

Необхідно визначити структуру локальної мережі, яка забезпечує сумісність апаратних і програмних засобів і показники якості сервісу рівня ВВС. Під структурою локальної мережі розуміється склад і взаємодія її підсистем, які становлять ПТК.

Поставлена задача описується моделлю багатокритеріальної оптимізації вигляду:

$$\text{визначити} \quad \text{vect } F = \{F_c(Y), F_R(Y), T_r(Y)\} \quad (1)$$

$$\text{за умовою} \quad Y \subseteq A, \quad (2)$$

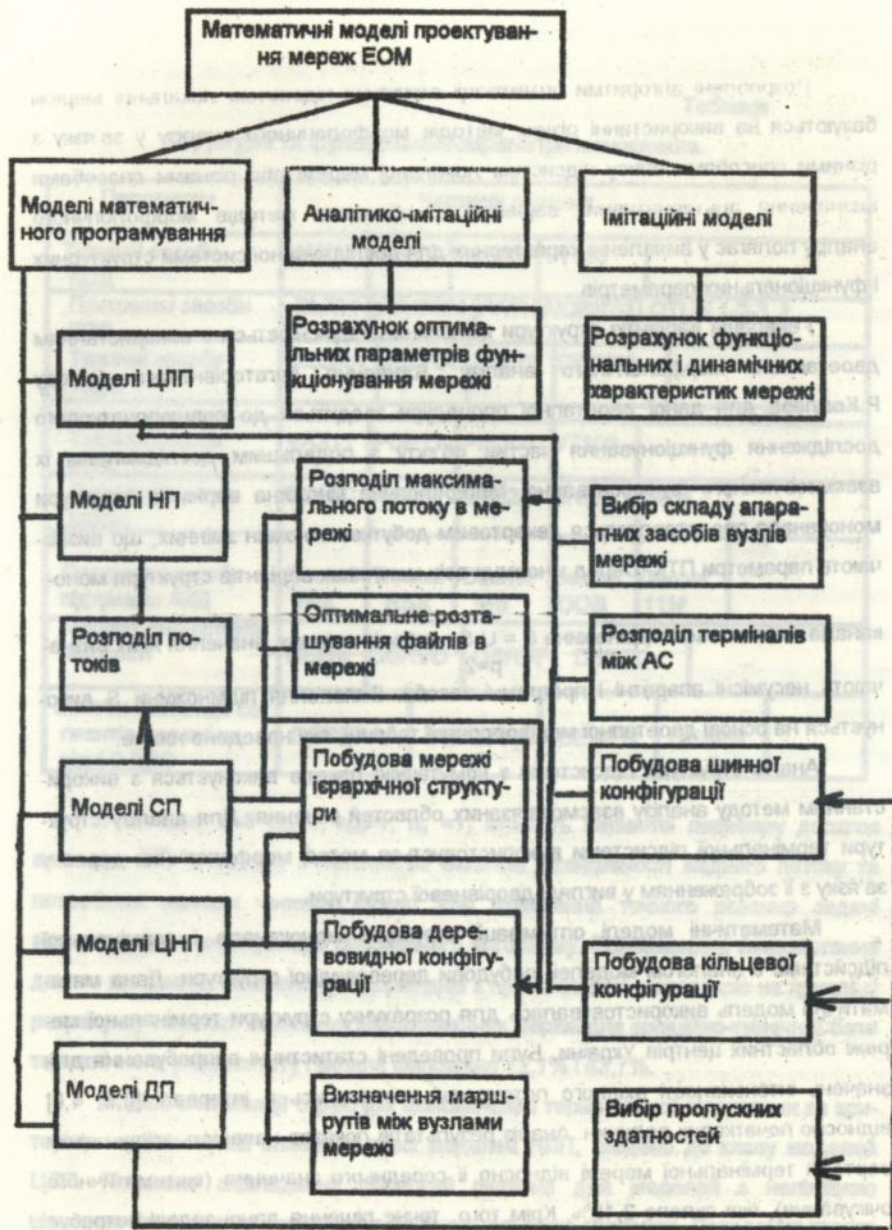
де  $F_c, F_R, T_r$  - частинні критерії ефективності функціонування ПТК локальної мережі, які характеризують вартість, надійність, час затримки;  $Y, A$  - відповідно множини ефективних і допустимих варіантів структури ПТК локальної мережі.

Сумісність апаратних і програмних засобів локальної мережі визначається згідно наступному виразу:

$$Y = \prod_{i=1}^n (T_{\text{код}}^i \times T_{\text{код}}^i \times P_{\text{N}}^i \times P_{\text{ПС}}^i) \times \prod_{j=1}^k (T_k^j \times P_k^j) \times T_{\text{П}} \times T_{\text{КД}} \times T_1 \setminus B,$$

де  $B$  - множина несумісних апаратних і програмних засобів.

Оптимізація структури локальної мережі за окремими критеріями виконується з використанням методів математичного програмування. Запропоновано нову ознаку класифікації математичних моделей проектування - тип моделі, на відміну від відомих способів класифікації, де основною ознакою класифікації є тип об'єкту. Класифікацію математичних моделей проектування комп'ютерних мереж наведено на малюнку. Розроблені у дисертації моделі оптимізації описують ПТК підсистем локальної мережі: комунікаційної та абонентської. В останнє десятиріччя приймається концепція інтермережі на основі технологій, що використовують протоколи TCP/IP, ISO, FDDI. Базову множину інтермережі визначають мнoкoкaнaл, підсистема з комутацією пакетів, абонентська підсистема. Проблема вибору топології абонентської підсистеми виникає лише для однієї її різновидності - термінальної підсистеми. У зв'язку з цим розглядання моделей обмежується вказаними підсистемами, що регламентуються стандартами 8802, X.25, міжмережних протоколів.



Мал. Класифікація математичних моделей проектування мереж ЕОМ.

Розроблені алгоритми оптимізації структури підсистем локальної мережі базуються на використанні різних методів морфологічного аналізу у зв'язку з різними способами опису підсистем локальної мережі або різними способами визначення альтернативних варіантів. Особливість методів морфологічного аналізу полягає у виявленні характерних для досліджуваної системи структурних і функціональних параметрів.

Генерація варіантів структури моноканала здійснюється з використанням двоетапного морфологічного аналізу. Вживання багаторівневого методу Р.Коллера для даної двоетапної процедури зводиться до першопочаткового дослідження функціонування частин об'єкту з подальшим дослідженням їх взаємозв'язаного функціонування. Морфологічна множина варіантів структури моноканала представляється декартовим добутком множин змінних, що визначають параметри ПТК. Серед множини всіх можливих варіантів структури моно-

канала виявляється підмножина  $S = U S_p$  наборів змінних, значення яких визначають несумісні апаратні і програмні засоби. Виявлення підмножини  $S$  виконується на основі двоетапної морфологічної таблиці, яку наведено нижче.

Аналіз структури підсистеми з комутацією пакетів виконується з використанням методу аналізу взаємозв'язаних областей рішення. Для аналізу структури термінальної підсистеми використовується метод морфологічних дерев у зв'язку з її зображенням у вигляді дворівневої структури.

Математичні моделі оптимізації структури моноканала і термінальної підсистеми є аналогом моделей побудови деревовидної структури. Дана математична модель використовувалась для розрахунку структури термінальної мережі областних центрів України. Були проведені статистичні випробування для значень інтенсивності вхідного потоку, які змінювались в інтервалі  $[0,5; 4,0]$  відносно початкових величин. Аналіз результатів показав наявність зсуву оцінки вартості термінальної мережі відносно її середнього значення (математичного очікування), яка склала 2,19%. Крім того, точне рішення даної задачі потребує кількості варіантів перебору, яка оцінюється величиною

$$\frac{n \times (n-1) / 2 \times k + n \times p + n \times p}{tr \quad kc \quad n}$$

Таблиця

Структурні та функціональні параметри моноканала.

Параметри	Часткові рішення					
Технічні засоби КОД	VAX11	PDP11	Pro300	VT100	...	
Програмні засоби КОД	DLX11	polyCOM	PATHWORKS	LOTUS 1-2-3	...	
Технічні засоби АКД	DEUNA	DECNA	H8575	DEQNA	...	
Технічні засоби КОД	VAX11	PDP11	Pro300	VT100	...	
Лінії передачі даних	BC16C	H8243	BNE2A	BNE3	BNE4	...
Програмні засоби підтримки АКД	Decnet VAX	Decnet RSX	Decnet Pro	Decnet DOS	Decnet 11M	...
Засоби зменшення вартості	BELNI	BSRVD	DSRVF	DSRZC	...	
Засоби взаємодії сегментів мережі на рівні 2 ВВС	DEREPA	DEREPA	DEMPR	DESPR	...	

У випадку  $n=5$  ( $k_1=1$ ,  $n_1=1$ ,  $n_2=1$ ) кількість варіантів перебору досягає величини  $2^{20}$ . У зв'язку з неточністю величин інтенсивності відного потоку та потребами великих часових витрат для отримання точного рішення задачі запропоновано модифікацію приближеного алгоритму. Ефективність використання даного алгоритму показано при порівнянні з промисловою методикою на прикладі розрахунку топології локальних інформаційних мереж для авіаційно-технічної бази та технічного університету і склали відповідно 12,1% і 43,7%.

Моделі оптимізації структури моноканала і термінальної підсистеми за критерієм надійності, які описані у класі моделей НЛП, зведено до класу моделей ЦЛП. Показано співпадіння областей рішення для моделей з нелінійною цільовою функцією та відповідною лінійною цільовою функцією. Доведення такого ствердження базується на умові оптимальності задачі ЛП та необхідних і достатніх умов існування оптимального рішення задачі НЛП. Це дає можливість використовувати спрощені засоби математичного програмування. Задача оп-

тимізації структури моноканала підвищеної продуктивності описується у класі моделей ЦЛП з бульовськими змінними.

Межа кількості цілочисельних змінних у ППП ЛП АСУ перевищується при значеннях  $n > 819$ ,  $k_1=5$ ,  $n_1=5$ . Використання програмних засобів ППП ЛП АСУ, МікроЛП в цьому випадку пов'язано зі значними витратами: час розв'язання даної задачі на комп'ютері середньої продуктивності перевищує величину, яка дорівнює 30,79 хвил. Зменшення часу пошуку оптимального рішення задач даного класу забезпечується використанням алгоритму Балаша, що базується на ідеї скорочення області допустимих рішень завдяки "фільтруючого" обмеження. При  $n=10$  час пошуку оптимального рішення зменшується у 4 рази.

Моделі оптимізації структури підсистеми з комутацією пакетів належать до класу моделей ЦНП. В основу розв'язання задачі оптимізації структури підсистеми з комутацією пакетів за критерієм вартості покладено побудову найкоротшого остова та гамільтонового контура. Рішення, яке отримується у кожному із цих випадків, використовується як початкове для поліпшення характеристики "пропускна здатність - вартість". Шляхом статистичних випробувань даної моделі визначено границю області рішень для вибору найбільш економічного способу організації зв'язку ВК. Аналогічний результат отриманий у роботах Нікітіна А.І. для мережі з комутацією каналів. Результати статистичних випробувань підтверджені при розрахунку топології мережі з комутацією пакетів (МКП) для дослідної зони телекомунікаційної мережі Міносвіти, яка містить 3 вузли комутації. Варіанти МКП, що представлені у вигляді найкоротшого остова і гамільтонового контура, отримані при різних значеннях інтенсивності інформаційного обміну даними між ВК. У кожному випадку варіанти зрівнювалися за величиною вартості з'єднання. Для варіанту, що представлений найкоротшим остовом, економія склала 11,1%, у другому випадку економія склала 46,4%.

Для моделі оптимізації структури підсистеми з комутацією пакетів за критеріями часу затримки і надійності показано скорочення області допустимих рішень до класу регулярних графів. Справедливість даного ствердження підтверджена статистичними випробуваннями, які проведено за умовою, що матриця інтенсивностей інформаційного обміну даними між ВК не є симетричною.

Таким чином, отриманий новий спосіб розрахунку структури підсистеми з комутацією пакетів, який забезпечує скорочення часу пошуку оптимального рішення за рахунок відсікання варіантів, які не належать до класу регулярних графів.

Показано, що для моноканала кожний з частинних критеріїв моделі (1) - (2) апроксимується лінійною або увігнутою функцією, а область допустимих рішень уявляє вгнутий компакт. В цих умовах відображення  $\phi: Y \rightarrow F$  множини ефективних рішень у множину  $F$  значень критеріїв (паретова границя множини  $Y$ ) породжує неперервну просторову криву, яка може бути задана системою параметричних рівнянь. Для розв'язання системи параметричних рівнянь використовується кусково-лінійна апроксимація. Кусково-лінійна апроксимація множини Парето зводиться до послідовної оптимізації з частинних критеріїв.

Таким чином, запропоновано новий алгоритм оптимізації структури моноканала, який забезпечує, на відміну від відомих способів, Парето-оптимальні рішення.

Параметри математичних моделей оптимізації структури локальної мережі, які характеризують коефіцієнти використання станцій і терміналів і інтенсивності інформаційного обміну даними між ВК, змінюються. Отримані рекурентні співвідношення для діапазонів змінення коефіцієнтів використання станції моноканала, в яких забезпечується стійкість проектного рішення. Рекурентні співвідношення, які отримані для коефіцієнтів використання терміналів, забезпечують допустиму область проектного рішення. Шляхом дослідження математичних моделей оптимізації структури підсистеми з комутацією пакетів за критеріями часу затримки і надійності встановлено зв'язок інтенсивностей інформаційного обміну даними між ВК і ймовірностей безвідмовної роботи маршрутів.

Співвідношення, яке висловлює зв'язок вказаних параметрів, має вигляд

$$\frac{\{h_{kr}\}}{\sum_{r=1}^k h_{kr}} = \sigma \times \overbrace{\{p_{kr}^e \mid i, j=1, \dots, k, s=1, \dots, m\}}$$

Запропоновані алгоритми реалізовані у вигляді програмної системи, яка призначена для експлуатації в середовищах MS DOS, Windows. За допомогою запропонованої системи розв'язані практичні задачі синтезу структури локальної

інформаційної мережі для авіаціно-технічної бази, пакетної радіомережі, локальної мережі інформаційного центру, телекомунікаційної мережі Міносвіти. В результаті розв'язання цих задач був отриман економічний ефект.

## ОСНОВНІ РЕЗУЛЬТАТИ РОБОТИ

1. Сформульовано та формалізовано задачу синтезу структури локальної мережі, яка, на відміну від відомих постановок, забезпечує сумісність апаратних і програмних засобів та показники якості сервісу 1- 4 рівнів ВВС/МОС.

2. Запропоновано метод дослідження ПТК, який заснований на використанні морфологічного аналізу. Доцільно декомпонувати морфологічну множини варіантів у випадку, коли кількість можливих варіантів рішення має порядок не менш, ніж 3 (під порядком розуміється кількість параметрів ПТК, які залежать від технічних засобів кінцевих систем). Це забезпечує скорочення часу пошуку проектного рішення за рахунок відсікання меншої кількості варіантів несумісних апаратних і програмних засобів.

3. Розроблено процедуру розв'язання задач оптимізації структури моноканала і термінальної підсистеми за критерієм вартості з використанням модифікації приблизного алгоритму. Використання даної процедури забезпечило зменшення вартості проекту, що підтверджено при порівнянні з промисловою методикою.

4. Математичні моделі оптимізації структури моноканала і термінальної підсистеми за критерієм надійності зведено до класу моделей ЦЛП. Показано співпадання рішень для задач з нелінійною цільовою функцією та відповідною їй лінійною цільовою функцією. Це забезпечило можливість використання спрощених засобів математичного програмування.

5. Шляхом статистичних випробувань моделі оптимізації структури підсистеми з комутацією пакетів за критерієм вартості отримано границю області рішень, яка визначає найбільш економічний спосіб організації зв'язку ВК. Це забезпечило можливість поширення аналогічного результату, що отриманий для мережі з комутацією каналів. Запропонований новий спосіб розрахунку структури підсистеми з комутацією пакетів за критеріями часу затримки і надійності, який забезпечує зменшення часу пошуку оптимального рішення за рахунок відсікання варіантів, які не належать класу регулярних графів.

6. Запропоновано алгоритм багатокритеріальної оптимізації структури моноканальної мережі, який заснований, на відміну від відомих способів, на побудові множини Парето. Цей алгоритм може бути використаний у випадку, коли частинні критерії становлять або апроксимуються несуроро увігнутими функціями, а область допустимих рішень є випуклою.

7. Отримані рекуррентні співвідношення для визначення діапазонів змінення коефіцієнтів використання станцій моноканала, в яких забезпечується стійкість проектного рішення. Рекуррентні співвідношення, які отримано для коефіцієнтів використання терміналів, забезпечують допустиму область проектного рішення. Для інтенсивностей інформаційного обміну даними між ВК отримано рекуррентні співвідношення, які забезпечують допустиму область проектного рішення та визначають зв'язок інтенсивностей інформаційного обміну з ймовірностями безвідмовної роботи маршрутів між ВК.

Основні результати дисертації опубліковані у наступних роботах.

1. Печурін М.К., Кондратова Л.П. Оцінка ефективності локальної обчислювальної мережі мікро-ЕОМ на етапі проектування // Тези допов. наук.-практ. конф. "Теорія і практика оцінки народно-господарської ефективності наук.-техн. прогресу", Новосибірськ, 1986. - С.75.
2. Печурін М.К., Бандуренко В.О., Кондратова Л.П. Автоматизоване проектування структури технічного комплексу галузевої мережі обчислювальних центрів. - УСІМ. - 1986. - N 5. - С.8-12.
3. Печурін М.К., Кондратова Л.П. Метод морфологічного аналізу проекту локальної обчислювальної мережі мікро-ЕОМ. - Механізація і автоматизація управління. - 1987. - N 3. - С. 14-16.
4. Красиловець Л.В., Печурін М.К., Кондратова Л.П., Драч М.Д., Захар'ячева Н.В. Метод розрахунку параметрів транспортної мережі пакетного радіозв'язку. - ЛОТ. - 1989. - N 3. - С.48-51.
5. Красиловець Л.В., Печурін М.К., Драч М.Д., Кондратова Л.П. Синтез архітектури транспортної мережі з використанням імітаційного моделювання. - В кн.: Методологія побудови інтегрованих систем управління на основі мереж ЕОМ. - К., 1989. - С.34-39.

6. Печурін М.К., Драч М.Д., Кондратова Л.П. Проектування транспортної мережі пакетного радіозв'язку для організації інформаційної системи регіонального управління. - В кн.: Проблеми вживання обчислювальної техніки і автоматизованих систем в управлінні комплексним соціально-економічним розвитком регіонів, Донецьк, 4-8 вересня 1989 р. - Донецьк, 1989. - С.223-224.
7. Печурін М.К., Драч М.Д., Кондратова Л.П. Автоматизоване проектування локальної мережі пакетного радіозв'язку. - Тези допов. конф. "Проблеми комплексної автоматизації гідрофізичних досліджень", травень, 1989 р. - Севастополь, 1989. - С.32.
8. Красиловець Л.В., Печурін М.К., Кондратова Л.П., Драч М.Д. Структурна оптимізація радіомережі підвищеної продуктивності. - В кн.: Методи і програми розв'язання оптимізаційних задач на графах і мережах". - Новосибірськ, 1989. - С.96-97.
9. Самофалов К.Г., Печурін М.К., Драч М.Д., Кондратова Л.П. Система автоматизованого проектування пакетних радіомереж. - Тези допов. 1-ї Міжнародної наук.-практ. конф. "САПР СВТ-89", Ленінград, 17-21 квітня 1989 р. - Л., 1989. - С.181-187.
10. Самофалов К.Г., Печурін М.К., Драч М.Д., Кондратова Л.П. Інтерактивна система проектування пакетних радіомереж. - Тези допов. конф. "Діалог "Людина-ЕОМ", Свердловськ, 4-9 вересня 1989 р. - Свердловськ, 1989. - С.207-209.
11. Самофалов К.Г., Печурін М.К., Драч М.Д., Кондратова Л.П. Синтез структури мережі наземних станцій системи управління повітряним рухом. - В кн.: Методи синтезу і планування розвитку крупномасштабних систем. - 5-й Всесоюзний семінар, Звенигород, 1990. Тези допов. - М., 1990. - С.134-135.
12. Драч М.Д., Кондратова Л.П., Красиловець Л.В., Печурін М.К. Система автоматизованого розрахунку параметрів транспортної мережі пакетного радіозв'язку. - УСІМ. - 1990. - № 6. - С.48-52.
13. Печурін М.К., Драч М.Д., Кондратова Л.П. Конфігуратор мережі ЕОМ з комутацією пакетів. - 15 Всесоюзна школа-семінар по обчислювальним мережам. Тези допов., ч.1. - М.-Л., 1990. - С.30-34.

- 14. Печурін М.К., Кондратова Л.П. Про один підхід до розв'язання задачі синтезу топології моноканала. - У зб.: Вісн.Київ.політехн.ін-ту. Техн.кібернетика. Вип.17. - 1994. - С.86-88.
- 15. Печурін М.К., Кондратова Л.П. Процедури прийняття рішень при проектуванні структури технічного комплексу абонентської підмережі ГАСУ. - Деп. в УкрНДІНТІ 14.06.1985 р., N 1307Ук-85Деп. - К., 1985. - 10 с.
- 16. Кондратова Л.П. Моделі і методи оптимізації структури локальних обчислювальних мереж. - Деп. в УкрНДІНТІ 7.01.1986 р., N 178-Ук86. - Київ, 1986. - 17 с.
- 17. Печурін М.К., Кондратова Л.П. Підвищення точності оцінки затрат на створення комплексу технічних засобів мережі телеобробки даних. - Деп. в УкрНДІНТІ 4.02.1993 р., N 102-Ук93. - К., 1993. - 6 с.
- 18. Печурін М.К., Кондратова Л.П. Вживання конфігуратору для вибору програмно-технічного комплексу мережі пакетної комутації. - Деп. в УкрНДІНТІ 4.03.1993 р., N 378-Ук93. - К., 1993. - 11 с.
- 19. Кондратова Л.П. Метод багатокритеріальної оптимізації структури моноканальної мережі. - Деп. у ДНТБ України 16.06.1995 р., N 1529-Ук95.-Київ, 1995. - 9с.

У роботах 1,3 автором запропоновано та розроблено двоетапний метод морфологічного аналізу структури локальної мережі специфікації Ethernet. У роботі 2 розроблені програмні засоби автоматизованої системи проектування технічного комплексу комп'ютерної мережі, які забезпечують управління засобами математичного і імітаційного моделювання. У роботах 4, 8 запропоновані методи розрахунку структури мережі з комутацією пакетів, які забезпечують отримання проектного рішення за критеріями продуктивності і надійності. У роботах 5, 6, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 18 запропоновано програмно-методичні засоби розробки проектних рішень щодо структури транспортної мережі, яка використовує комутацію пакетів. У роботі 14 запропоновано процедуру розрахунку структури моноканала, яка відрізняється використанням нелінійного програмування. У роботі 15 розроблено процедуру розрахунку термінальної мережі з урахуванням сумісності апаратних і програмних засобів. У роботі 16 проведений порівняльний аналіз математичних моделей і методів проектування комп'ютерних мереж, який дозволив виявити можливості їх використання для проектування локальних мереж. У роботі 17 проведено експериментальне дослідження математичної моделі синтезу структури термінальної мережі, в результаті якого виявлені пропозиції для більш точної оцінки параметрів

мережі телеобробки. У роботі 19 обгрунтований та розглянутий метод, який забезпечує розв'язання багатокритеріальної задачі структурної оптимізації моноканальної мережі.

Кондратова Людмила Павловна.

Анализ и оптимизация структуры коммуникационной и терминальной подсистем локальной компьютерной сети.

Работой является рукопись на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.13 - Вычислительные машины, системы и сети.

Защита состоится "23" 06 1997 г. в Национальном техническом университете Украины "Киевский политехнический институт".

г.Киев, 1997 г.

Целью диссертационной работы является создание и исследование комплекса моделей и методов синтеза структуры локальной сети, обеспечивающей совместимость аппаратных и программных средств и показателей качества сервиса уровней модели ВОС/МОС.

Защищаются следующие результаты:

- способы формирования альтернативных вариантов структуры локальной сети, основанные на использовании методов морфологического анализа;
- метод расчета структуры подсистемы коммутации пакетов по критериям времени задержки и надежности, обеспечивающий сокращение области поиска решений;
- алгоритм многокритериальной оптимизации структуры локальной сети, основанный на аппроксимации множества Парето.

Kondratova Ljudmila Pavlovna.

Analysis and optimization of local computer network's communication and terminal subsystems structure.

This scientific work is a manuscript to submit one's thesis for candidate's sciences in speciality 05.13.13 - Computers, systems and networks.

National Technical University of Ukraine "Kiev Polytechnical Institute".

Kiev, 1997.

FR8.FE 3A

The aim of the thesis is to create and research the mathematical models and methods of local network structure designing which provide the software and hardware compatibility and characteristics of 1-4 OSI levels service quality. Following scientific results are defending: - the manners for forming of local network structure alternative variants with using the morfological analysis methods; - the calculation method of packet switching subsystem structure on delay and reliability criterias which provides a reduction of decision search area; - an algorithm of local network structure with many criterias is founded on Pareto multitude approximation.

Ключові слова: локальна мережа, комунікаційна підсистема, термінальна підсистема, морфологічний аналіз, математичне програмування, топологія, граф, валентність вузлів підсистеми з комутацією пакетів, регулярний граф.

*Skovdef*

The aim of the thesis is to create and research the mathematical models and methods of local network structure design which provide the software and hardware compatibility and characteristics at 1-0.51 levels service quality. Following scientific results are obtained - the means for forming of local network structure alternatives with using the morphological analysis method; - the calculation method of packet switching subsystems on delay and reliability criteria which enables a reduction of decision search area; - an algorithm of local network structures with many criteria is founded on Pareto multiple approximation.

Ключевые слова: морфологический анализ, критерии задержки и надежности, алгоритм поиска вариантов, метод Парето.

*Handwritten signature*