

Державний університет "Львівська політехніка"

на правах рукопису

УДК 681.3

Буров Євген Вікторович

РОЗРОБКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ІНСТРУМЕНТАЛЬНИХ ЗАСОБІВ
ПРОЕКТУВАННЯ РОЗПІДІЛЮВАНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ

Спеціальність 05.13.17

Теоретичні основи інформатики

*Автореферат дисертації на здобуття вченого ступеня
кандидата технічних наук*

Київ 1993

ЛБ 28853

Робота виконана в Державному університеті "Львівська політехніка"

Офіційні опоненти: д.т.н., проф. А.І. Нікітін
к.т.н., зав.відд. С.А. Азаньєвський

Провідна організація - Київський політехнічний інститут (м.Київ)

Захист відбудеться "11" січня 1994 р. о 15⁰⁰ год.

на засіданні Спеціалізованої Ради Д 166.01.01 в інституті прикладної інформатики (ІПРІН) за адресою: 252004, м. Київ, вул. Червоноармійська 23-б.

З дисертацією можна ознайомитись в бібліотеці інституту прикладної інформатики.

Автореферат розісланий "10" грудня 1993 р.

Вчений секретар
Спеціалізованої Ради
Д 166.01.01

Мелентьев Г.Б.

ЛНБ України ім.В.Стефаніка



00802857 (U)

ЛНБ ім. В. Стефаніка
АН України

В-28.853

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність роботи. Серед різних типів інформаційних комунікацій найдинамічніше розвиваються комунікації на базі локальних мереж. Локальні комунікаційні мережі разом з сервісним обладнанням створюють цілісну розподілену інформаційну систему (РІС), в якій швидкість обміну між абонентами порівнянна з швидкістю процесорів системи. Проектування РІС та її впровадження, навіть з врахуванням стандартних рішень, - непросте завдання, оскільки вимагає врахування особливостей конкретного середовища, в якому буде функціонувати система, та комплексу задач, що розв'язується за її допомогою. Прискорення процесу проектування досягається шляхом стандартизації та уніфікації компонентів системи та створення автоматизованих інструментальних засобів проектування. На сьогодні, незважаючи на наявність досить ґрунтовних досліджень по окремих етапах проектування, далеко не всі задачі проектування вивчені. Недостатньо розвинуті формальні підходи, які охоплювали б весь процес проектування, а також дозволяли б оптимально врахувати як формальну, логіко - математичну сторону проектування, так і творчу його сторону. Відсутні спроби побудови інструментальних засобів автоматизації проектування розподілених інформаційних систем на основі формальних підходів.

Метою дисертаційної роботи є розробка методів, програмно-алгоритмічних засобів та моделей автоматизованого проектування розподілених інформаційних систем на фізичному рівні та створення на їх основі інструментальних засобів автоматизованого проектування, які включають в себе відповідне методичне, математичне, алгоритмічне та програмне забезпечення.

Мета дисертаційної роботи визначає необхідність вирішення таких задач:

1. Аналіз структурних особливостей РІС та методів їх проектування. Визначення кола задач, які можуть вирішуватися за допомогою запропонованих інструментальних засобів.
2. Аналіз змісту та особливостей задач проектування з точки зору автоматизації їх вирішення. Виділення основних параметрів

аналізу та відповідних критеріїв оптимізації.

3. Практичне використання відомих та розробка нових методів аналізу системи параметрів, а також алгоритмів оптимізації для проектування структур РІС. Розробка та обґрунтування відповідних комплексів методичного, математичного, та алгоритмічного забезпечення.

4. Побудова ієрархічної послідовності специфікацій, що забезпечує повільну розробку і деталізацію проекту, а також ефективне використання процедур аналізу параметрів системи, та оптимізації її структур в процесі діалогової побудови специфікацій РІС.

5. Розробка зручного інтерфейсу користувача, що забезпечував би підтримку активної участі розробника в процесі проектування.

6. Розробка архітектури та компонентів програмного комплексу. Апробація результатів досліджень на реальних прикладах.

Наукова новизна результатів роботи полягає у:

розробці формального підходу та системи специфікацій для трьох рівнів проектування розподіленої інформаційної системи, який дозволяє сумістити використання формальних логічних процедур з неформальними критеріями та обмеженнями, що виникають на різних етапах проектування, проводити багатоваріантний та багатократний аналіз проміжних проектних рішень;

запропоновано нові ефективні евристичні алгоритми:

1) побудови багатосегментної шинної мережі з врахуванням топологічних особливостей мережі Ethernet;

2) виділення в системі інформаційно-сильнозв'язаних областей по критерію максимуму потоку в області;

3) закріплення процесів за процесорами з врахуванням можливої фіксації процесів та наближення до низки прототипів;

проаналізована структура затримок в розподіленій інформаційній системі, визначені рівні та задачі аналізу.

одержані аналітичні вирази оцінок затримки для різних варіантів маркерного методу доступу та методу доступу з вставков регістру, оцінок ймовірностей перебування станції мережі з вставков регістру в певних станах, довжини черги та потрібного

розміру буферів.

Практична цінність роботи полягає в:

- розробці формального підходу та системи специфікацій процесів автоматизованого проектування розподілених інформаційних систем.
- розробці діалогового пакету програм автоматизації проектування розподілених інформаційних систем.
- розробці методичного, математичного, алгоритмічного та програмного забезпечення інструментального комплексу для проектування розподілених інформаційних систем.

Впровадження результатів роботи. Основні результати роботи використані в госпдогвірних ЕДР, виконаних на кафедрі АСУ ДУ "Львівська політехніка". Розробки впроваджені на ЛВО "Пластмасфурнітура", а також в учбовому процесі при постановці лекційного курсу та лабораторного практикуму по дисципліні "Локальні обчислювальні мережі".

Апробації. Основні результати дисертаційної роботи неодноразово доповідалися на наукових семінарах та конференціях.

Публікації. По темі дисертації опубліковано 17 друкованих праць.

Структура та об'єм роботи. Дисертаційна робота складається з вступу, чотирьох розділів з висновками та висновку по роботі, двох додатків. Загальний об'єм дисертації 157 стор., 17 рисунків, список літератури включає 84 найменування.

ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтовується актуальність теми, сформульовані мета та основні задачі дослідження.

У першому розділі проводиться аналіз структурних особливостей розподілених інформаційних систем та методів їх проектування. Аналіз літературних джерел показав, що ПІС-складна технічна система, що включає елементи різної фізичної природи та складності. З метою спрощення подальшого аналізу ПІС, та визначення підходів до рішення задачі проектування, на

основі відомого теоретико-множинного підходу в роботі формується формальна модель представлення РІС. З використанням цієї моделі проведена декомпозиція РІС на страти і підсистеми з вказанням особливостей та відмінностей обох представлень, а також виділення основних структур РІС.

Задача проектування РІС формується, як задача побудови сукупності взаємоз'язаних структур, що задовільняють певним обмеженням проектування.

Аналіз сучасних розробок в галузі автоматизації проектування РІС виявив, що процес проектування розглядається сьогодні більшістю авторів [Grúa-catalin, Earple, Райдоков та ін] як багатоступінчатий, ієрархічний в якому система розглядається на різних рівнях абстракції. На кожному рівні аналізується, оцінюється у відповідності до специфічних критеріїв деяка модель - специфікація системи. Проектування носить ітераційний характер, можливе повернення до попередніх етапів, виправлення специфікацій. Таким чином, процес проектування РІС зводиться до розробки, аналізу та модифікації сукупності взаємоз'язаних моделей - специфікацій M_0, M_1, \dots, M_n , в якій специфікація M_{i+1} є уточненням та деталізацією специфікації M_i .

Загальноприйнятим на сьогодні є розбиття послідовності проектування РІС на етапи віртуального та фізичного проектування. (Вейцман) Початковим для логічного проектування є технічне завдання на систему. Перехід до фізичного проектування стає можливим, коли розроблена детальна логічна специфікація, яка дозволяє реалізацію в термінах реальної апаратури. На етапі фізичного проектування РІС вирішується задача оптимального вибору на основі кінцевої специфікації логічного проектування конкретної конфігурації програмного та технічного забезпечення РІС. В роботі сформульовані основні задачі фізичного рівня проектування.

Переважає більшість наявних на сьогодні формальних підходів до проектування РІС [Grúa-catalin, Earple, Райдоков] детально відображають тільки логічне проектування, тоді як задачі фізичного рівня намічені лише контурно. З іншого боку, існує певна кількість розробок [Кондратова, Прангшвили] які детально

розглядають окремі задачі фізичного рівня проектування та пропонують алгоритми і програми їх рішення, але без ув'язки цих програм в єдину інструментальну систему, яка працювала б на базі формальних специфікацій в єдиному комплексі з іншими задачами цього рівня. Досить поширені роботи, що використовують досягнення та апарат інженерії знань для побудови інструментальних комплексів проектування ПІС на фізичному рівні [Sevinc, Zeigler]. Ними закладені основи для побудови експертних середовищ проектування. Процес проектування ПІС розглядається у вигляді деревовидної структури всіх можливих альтернатив проектування. Ставиться задача створення експертного середовища достатньо проінформованого у сфері проектування ПІС для генерації найбільш правдоподібних рішень для заданого переліку обмежень. Для побудови проекту ПІС використовується набір задалегідь визначених функціональних блоків. Отримане з'єднання перевіряється на імітаційній моделі з метою уточнення характеристик. Ефективність використання експертних систем обмежується труднощами в розробці досить загальних породжувачів правил побудови ПІС та визначенням наперед набором блоків. При цьому слабо враховуються особливості конкретної ПІС та комплексу задач, що розв'язується в ній. В таких системах не пред'являються оцінки параметрів проміжних проектних рішень. Існують роботи [Gorski, Tadashi, Ward] присвячені автоматизації проектування розподілених інформаційних систем реального часу. Вони орієнтовані, головним чином, на задачі схемотехнічного проектування та використовують відповідний математичний апарат. Найбільшого ж поширення набули ПІС іншого типу, в яких побудова системи проходить на основі готових стандартних компонентів і схемотехнічне проектування, як таке, відсутнє.

Комплекси задач фізичного рівня проектування на сьогодні є найменш формалізованими. Відсутні інструментальні програмні комплекси, які забезпечували б підтримку рішення всіх основних задач цього рівня. Це впливає з таких властивостей процесу проектування ПІС:

- задачі проектування багатокритеріальні, взаємопов'язані та взаємозалежні;

- необхідно враховувати критерії та переваги, які не формалізуються та диктуються специфікою проєктованої системи. Це обумовлює активну участь проєктувальника-експерта в процесі проєктування;

- згідні дані проєктування характеризуються високим ступенем невизначеності, що призводить до необхідності проводити багатоваріантний аналіз та синтез структур ПІС;

- процес проєктування має ієрархічний характер і зводиться до послідовної розробки моделей-специфікацій ПІС.

Зроблено висновок, що найбільш повно розв'язання задач бізнесного рівня проєктування може бути реалізоване в рамках діалогової інструментальної системи розробки та аналізу специфікацій ПІС.

В другому розділі розглянута система основних параметрів на основі яких здійснюється вибір рішення в процесі проєктування ПІС. Це групи параметрів які мають розмірності відстані, часу, об'ємів інформації що споживається, або передається за одиницю часу. Крім параметрів, які мають числові значення, важливу роль для вибору проєктних рішень грають нечислові, якісні обмеження. В результаті проведеного аналізу зроблено висновок про доцільність зведення процесу проєктування ПІС до розробки трьох специфікацій мереж: мережі процесів, мережі процесорів, мережі пристроїв. Кожна наступна специфікація базується на попередній та з єдиним цілям.

Мережа процесів задає структуру функціональних одиниць - процесів. При цьому можуть бути фіксовані параметри розміщення процесів, розміри програм та баз даних, часові обмеження на зв'язок процесів між собою та ін.

Мережа процесорів задає структуру віртуальних процесорів з закріпленими за ними процесами. При цьому специфікація мережі процесорів задає порядок обслуговування процесів процесорами, порядок обміну інформацією з врахуванням процедур доступу, протоколів ЛСМ нижчих рівнів.

Специфікація мережі пристроїв описує реальну конфігурацію технічних засобів, з набору, що виготовляється промисловістю. При переході від однієї специфікації до наступної розв'язуються

задачі синтезу. Так, при переході від специфікації мережі процесів до мережі процесорів розв'язується задача оптимального призначення процесів на процесори, а при розв'язку задачі побудови специфікації мережі пристроїв - задача оптимального вибору конфігурації мережі пристроїв, параметри яких задовільняють обмеженням проектування.

Весь комплекс проблем, що виникають в процесі проектування ПІС, можна розбити на задачі аналізу та синтезу. Задачі аналізу полягають у визначенні параметрів проміжних специфікацій та порівнянні їх з відомими обмеженнями. Задачі аналізу реалізовано у вигляді швидких експрес-оцінок над певними специфікаціями. В роботі дається визначення основних операцій аналізу по параметру відстані, а також алгоритми синтезу коротких з'єднань для мереж кільцевої або шийної топології, багатосегментної мережі. Всі алгоритми працюють з специфікаціями об'єктів ПІС та дають в результаті специфікації або числові оцінки.

Важливою структурою архітектури ПІС є інформаційна структура. Вона утворюється інформаційними потоками між абонентами системи та задає об'єми інформації, які наддаються, передаються та споживаються в ПІС. В роботі визначені основні операції аналізу інформаційної структури. В роботі запропоновано алгоритми, які будуть оптимальну інформаційну структуру ПІС по критерію мінімуму навантаження, виділяють інформаційно сильні зв'язи підмножину станцій, вирішують задачу призначення процесів на процесори з врахуванням можливої попередньої фіксації процесів та найбільшого навантаження до визначених прототипів, зменшуючи при цьому міжпроцесорні обміни.

Затримка проходження інформації в ПІС - один з ключових параметрів проектування та служить мірою продуктивності системи. В процесі проектування ПІС доцільно мати можливість проводити аналіз повної структури затримок в системі. Для цього в межах інструментальної системи проектування ПІС створено підсистему моделювання, яка дозволяє оцінювати основні взаємопов'язані компоненти затримки при різних значеннях параметрів функціонування ПІС. Доцільно також прослідкувати природу та взаємозв'язок затримок, які виникають на всіх рівнях ПІС. Аналіз

затримок проводиться в межах діалогової системи обробки специфікацій, яка дозволяє просто задавати та змінювати моделі і параметри аналізу, проводити дослідження затримок при зміні параметрів функціонування системи. В роботі виділені такі рівні та задачі аналізу.

1. Рівень пристроїв - вивчення затримок, які вносяться технічними пристроями на фізичному рівні.

2. Оцінка часу передачі одного інформаційного пакету від відправника до отримувача. При цьому враховуються затримки доступу, час програмної обробки пакету в ЕОМ, час реалізації протоколів нижніх рівнів.

3. Оцінка часу проведення сеансу зв'язку високих (4-6) рівнів протоколу, в тому числі час передачі файлу в РІС.

4. Оцінка часу рішення прикладної розподіленої задачі в РІС. Вирішення задачі кожного наступного рівня базується на інформації попереднього рівня.

Аналіз затримок на рівні пристроїв є базовим. Метод вивчення - вимірювання, можна використати паспортні дані або побудувати імітаційну модель конкретного складного пристрою, характеристики якого в потрібному розрізі погано відомі.

Оцінка часу передачі одного пакету має фундаментальне значення для РІС, в основі яких лежить передача інформаційних пакетів. На цьому етапі досліджуються затримки виконання програм, доступу до передавочого середовища, реалізації протоколів. Результат дослідження подається у вигляді оцінки часу проходження пакету в системі в залежності від її навантаження. В роботі використана методика з [Mitchell], яка полягає в декомпозиції моделі РІС на функціональні блоки, кожен з яких характеризується певною затримкою таким чином, що загальна затримка адитивна. Кожен блок досліджується окремо, розробляється його аналітична модель, яка дозволяє оцінити затримку в залежності від вектора параметрів. Потім приступають до дослідження всієї системи, представленій, як відкрита мережа СМО. Такий підхід дозволяє проаналізувати не тільки окремі компоненти затримки, але й наскрізний час руху одного пакету в РІС, відносно легко вносити зміни в один з окремих блоків без

зміни інших. В роботі проведена декомпозиція загальної моделі затримки на складові частини. Наведено аналітичні моделі для оцінки затримок для різних методів доступу. Виведені формули для оцінки затримок в різних типах маркерних мереж, мережі з вставкою регістру. Для мережі з вставкою регістру визначені аналітичні формули оцінок перебування станцій мережі у певних станах, розміри пам'яті, довжина черг.

Задача оцінки часу передачі великих масивів інформації - файлів - виникає на прикладному рівні протоколу, ще до розбиття повідомлення на пакети. На цьому рівні враховуються затрати часу на повторення пакетів, виконання службових функцій протоколу. Бхідними даними для оцінки часу переносу файлу в системі є визначені на попередньому етапі оцінки часу переносу пакета певної довжини при заданій завантаженості мережі. Як правило, в існуючих методиках [Kamacher, Lewos] зменшення продуктивності через ненадійність каналів зв'язку і необхідність пересилки службових пакетів враховується деяким збільшенням інтенсивності поступлення пакетів від кожного джерела. В роботі отримано оцінки інтенсивності відносного збільшення поступлення пакетів у випадках інформаційного та рішеннячого зворотнього зв'язків при заданій ймовірності створення пакету р.

Під розподіленою задачею ми будемо розуміти задачу, в рішення якої приймають участь більше, ніж один територіально рознесених абоненти. Необхідність в оцінці часу рішення розподіленої задачі виникає на найвищому рівні аналізу системи. Ця характеристика безпосередньо цікавить користувача. В роботі розглянуті підходи до аналізу часу рішення розподіленої задачі.

Велика складність об'єкту проектування, наявність великої кількості критеріїв і обмежень, що формалізуються, погано формалізуються та не формалізуються, вимагає активної участі проектувальника. В роботі зроблено висновок, що поставлену задачу треба вирішувати в рамках автоматизованого інструментального діалогового комплексу, в основу роботи якого покладено принцип автоматизованого створення, оцінки та модифікації специфікацій об'єктів системи. Для зручності роботи проектувальника ці специфікації, крім числових полів, включають

як текстові поля, так і пусті поля для даних, значення яких на даному етапі проектування не відомі або не потрібні. Множина специфікацій зберігається в базі даних програмного комплексу. Специфікації при необхідності беруться з бази по запитам користувача або робочих програм комплексу. Розробка системи специфікацій, таким чином, має вирішальне значення для створення інструментального комплексу проектування ПІС на фізичному рівні.

Весь процес проектування на фізичному рівні зведено до послідовної розробки специфікацій трьох мереж: NP - мережі процесів, NR - мережі процесорів, NU - мережі пристроїв. Розглянемо детальніше специфікації окремих мереж (рис. 1).

Мережа процесів $NP = (P, I)$, де P - множина процесів, I - множина зв'язків. $P = (P_i)$ $i=1-n$ - процес.

$$P_i = (P_{ci}, I, PP_i, PS_i, PK_i) ;$$

де P_{ci} - ім'я процесу, PP_i - специфікація поведінки процесу, PS_i - специфікація параметрів процесу, PK_i - текстовий коментар. Тут і далі в квадратних дужках вказуються поля, наявність яких необов'язкова. Специфікація поведінки процесу може бути проведена, наприклад, з використанням апарату скінчевих автоматів:

$$PP_i = (PPX_i, PPY_i, PPS_{oi}, FPS_i, PPT_i, PPO_i, PPK_i) ;$$

де PPX_i, PPY_i - множини вхідних та вихідних повідомлень, PPS_{oi} - початковий стан, PPS_i - множина станів, PPT_i - функція переходів, PPO_i - функція виходів, PPK_i - текстовий коментар.

$$PS_i = (PT_i, PA_i, PT_i, PN_i) ;$$

PT_i - параметри розміщення процесу, $PT_i = (x_i, y_i, z_i, PK_i)$, де x_i, y_i, z_i - координати розміщення процесу, PK_i - коментар. PA_i - специфікація інформаційних та ресурсних вимог до процесу. Специфікація представляється у вигляді списку параметрів певних типів:

$$PA_i = (PA_{1i}, PA_{2i}, \dots, PA_{ki}) ;$$

де PA_{ki} - параметр типу k . Такими параметрами, наприклад, можуть бути: PA_{1i} - вимоги процесу до об'єму ОЗП, PA_{2i} - вимоги до ВЗП

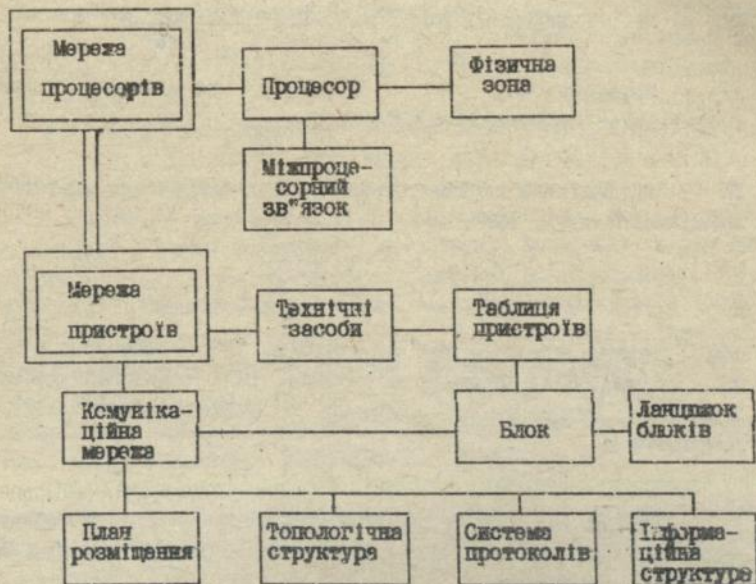


Рис.1. Загальна схема системи специфікацій.

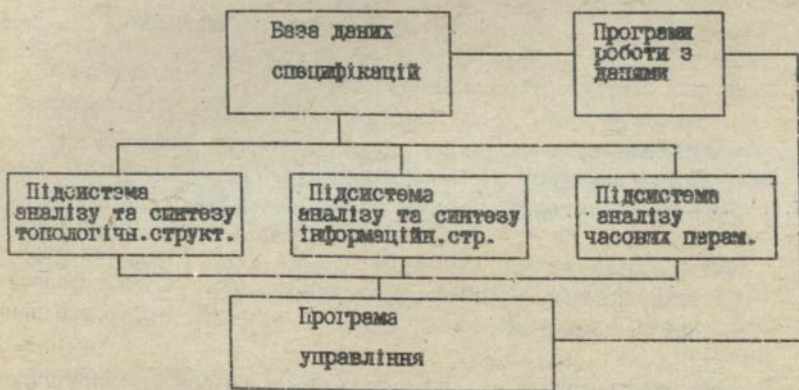


Рис.2 Структура програмної системи.

НМД та ін. Специфікація висог до часових параметрів:

$$PT = \{ [PT_1], [PT_2] \dots [PT_n] \},$$

PT - параметр типу . PT - наприклад, час виконання процесу.
Специфікація параметрів надійності:

$$PN = \{ [PN_1], [PN_2] \dots [PN_n] \},$$

PN - надійнісний параметр типу . PN наприклад, ймовірність виконання процесу без збоїв.

$$L = \{ L \}, \quad L - \text{зв'язок.} \quad (1)$$

$$L = \{ [LPR], [LP], [LS], [LK] \}, \quad \text{де}$$

LPR - множина процесів які зв'язуються, LP - протокол зв'язку, LS - специфікація параметрів зв'язку, LK - текстовий коментар. Формальна специфікація протоколу з використанням скіпчених автоматів :

$$LP = \{ X, Y, S, S, T, O, K \}, \quad \text{де}$$

X, Y - множини вхідних та вихідних повідомлень, S - початковий стан, S - множина станів, T - функція переходів, O - функція виходів, K - коментар.

$$LS = \{ [LA], [LT], [LN] \}, \quad \text{де}$$

$LA = \{ [LA] \}$ - множина інформаційних параметрів зв'язку.
 $LT = \{ [LT] \}$ - множина часових параметрів зв'язку, $LN = \{ [LN] \}$ - множина надійнісних параметрів зв'язку.

Проектувальник та система безпосередньо працюють з "частковими" специфікаціями, які є окремими гранями та аспектами загальної специфікації PIS. Зазначені специфікації є типами даних в БД проектування та мають ідентифікатори для системи проектування. До часткових специфікацій на етапі розробки специфікації мережі процесів відносяться: процес, зв'язок процесів, логічна зона, структура задачі.

Над процесами визначена операція суми. Сума процесів

$$P = P + P + \dots + P ;$$

це процес, специфікація якого формується на основі специфікацій доданків за такими правилами:

P_a задається користувачем в режимі діалогу. PP - специфікація поведінки процесу - формується на основі специфікацій складових процесів $P \leftarrow P$ і "внутрішніх" зв'язків в формі скінчено - автоматного опису.

Зв'язок L вваляється внутрішнім, якщо

$$\exists (P, P \leftarrow P) ((P \leftarrow LPR) \& (P \leftarrow LPR)) (2);$$

Поле PS формується наступним чином:

PA - сумуться величини запитів по кожному з видів ресурсів окремо; PI - якщо координати розташування визначені тільки для одного $P \leftarrow P$, то беруться координати цього процесу. Якщо визначені кілька локалізацій, до не співпадають одна з одною, результат вважається невизначеним. PT - результуюче значення, визначається в залежності від типу часового параметру. Для PT - часу виконання процесу - часи $PT \leftarrow P$ сумуться; PN - вибираються найбільші значення параметра в залежності від його типу; PK - формується користувачем в режимі діалогу.

Про формуванні нового опису процесу уточниться та доповнюється також відомості про зв'язки. Позначення ново створеного процесу заноситься в поля зв'язаних процесів для всіх "зовнішніх" для даного процесу зв'язків. Зв'язок L є зовнішнім для процесу P , якщо:

$$\exists (P \leftarrow P, P \leftarrow P) ((P \leftarrow LPR) \& (P \leftarrow LPR));$$

Зв'язок процесів задається та відображається у вигляді специфікації (i).

Логічна зона є іменованою множиною процесів, яка проте не об'єднується в один процес.

$$Z = \{ Z_a, ZP, ZL, ZK \}$$

Логічній зоні в якісному плані може відповідати частина мережі процесів або конкретна задача, яку вирішують в мережі. Z_a - ім'я зони, ZP - множина процесів, які входять в зону, ZL - множина "внутрішніх" зв'язків процесів зони, ZK - множина "зовнішніх" зв'язків процесів зони, ZK - текстовий коментар.

Структура задачі є графом, вершини якого відповідають процесам деякої логічної зони Z , а дуги - зв'язкам між процесами. Дуги, як правило, зв'язуються топологічними, інформаційними, часовими та надійнісними параметрами в

залежності від типу задачі, яка вирішується за допомогою даної структури. Структура задачі:

$$SZ = (SZ\alpha, SZP, SZL, SZK),$$

де $SZ\alpha$ - ім'я структури та тип її, SZP - множина процесів, яка відповідає певній логичній зоні Z , SZL - множина зв'язків $SZL = (SZL, SZL, p)$, де SZL, SZL - процеси які зв'язуються, p - параметр зв'язку, SZK - коментар.

Мережа процесорів:

$$NR = (R, C),$$

де R - множина процесорів, C - множина мікропроцесорних зв'язків.

$$R_{\text{мн}}(R) = R, R - \text{процесор}$$

$$R = \{ R\alpha, [PR], [RP], [RS], [RK] \} \quad (3),$$

де $R\alpha$ - ім'я процесора, $R\alpha$ - процес який розміщується на ньому, RP - специфікація поведінки процесора, RS - специфікація параметрів процесора, RK - коментар. RP представлено скінченноавтоматичним описом:

$$RP = (RPX, RPY, RPS, RPS, RPT, RPO, [RPK]),$$

де RPX, RPY - множина вхідних та вихідних сигналів, RPS - початковий стан, RPS - множина станів, RPT - функція переходів, RPO - функція виходів. На відміну від специфікації поведінки процесора, специфікація поведінки процесора відображає порядок обслуговування та взаємодій розміщених на ньому процесів, розділяючи його ресурси.

$$RS = ([RG], [RA], [RT], [RN]),$$

де RG - параметри розміщення процесора

$$RG = (x, y, z, [RGK]),$$

x, y, z - координати розміщення процесора, RGK - текстовий коментар RA - ресурсні параметри процесора, $RA = \{ [RA] \}$ - список вимог до ресурсів певних типів. RT - часові параметри процесора, $RT = \{ [RT] \}$, RT - параметр - того типу. $RN = \{ [RN] \}$ - задіяні параметри процесора.

$$C = (C), \quad C - \text{мікропроцесорний зв'язок}$$

$$C = (CR, [CP], [CS], [CK]) \quad (4)$$

де CR - множина процесорів, які зв'язуються зв'язком, CP -

протокол зв'язку, CS - специфікація параметрів зв'язку, BK - коментар .

Як видно з представленої специфікації, при переході від мережі процесів до мережі процесорів необхідно вирішувати задачу оптимального розміщення процесів по віртуальним процесорам.

Аналогічно до етапу побудови специфікації для мережі процесів на етапі розробки специфікації для мережі процесорів будуватиметься ряд "часткових" специфікацій, які відображають окремі грані загальної специфікації та слугують даними в базі даних специфікації. До них відносяться такі специфікації: процесор, зв'язок процесорів, фізична зона, з'єднання процесорів .

Процесор задається та відображається специфікацією процесора (3). Зв'язок процесорів задається і відображається специфікацією (4). Фізична зона представляється, як множина процесорів з їх "внутрішніми" зв'язками. Вона розглядається як окрема специфікація.

$$PR = (P_{\alpha} [,PRP] [,PC] [,PK]);$$

де P_{α} - ім'я фізичної зони, PRP - множина процесорів які входять у зону, PC - множина "внутрішніх" мікропроцесорних зв'язків зони. "Внутрішність" зв'язку розуміється аналогічно до визначення (2) даному для процесів. PK - текстовий коментар. В якісному плані фізична зона відповідає деякій мережі або її частині, що виділяється за певними ознаками.

З'єднання процесорів

$$RZ = (RZ_{\alpha} [,RZR] [,RZC] [,RZK]);$$

де RZ_{α} - ім'я мережі, RZR - множина процесорів, яка відповідає певній фізичній зоні FR, RZC - множина зв'язків:

$RZC = (RZC_1, RZC_2, p);$ де RZC_1, RZC_2 - процесори, які з'єднуються зв'язком, p - параметр зв'язку, RZK - коментар.

Мережа пристроїв $NU = (U, I)$.

При побудові специфікації мережі пристрої кожного віртуальному процесору ставиться у відповідність один з реальних пристроїв, які випускаються промисловістю, в сукупності мікропроцесорних зв'язків - комунікаційна локальна мережа зі своїм комунікаційним обладнанням, протоколами. При цьому, як правило, пропонується кілька варіантів мереж пристроїв, які відповідають

специфікації мережі процесорів, оцінюються параметри та характеристики кожного з варіантів. $U = \{U\}$ - множина специфікацій технічних засобів які реалізують прикладні функції в мережі, I - специфікація комунікаційної мережі.

$$U = \{ U_{\alpha} \{ UR \} \{ UP \} \{ US \} \{ UK \} \} ;$$

U_{α} - назва пристрою, комплексу технічних засобів, який розміщується в даному вузлі, UR - віртуальний процесор, який відповідає даному пристрою, UP - особливості його функціонування, US - технічні параметри пристрою, UK - коментар

$$US = \{ \{ UP \} \{ UA \} \{ UT \} \{ UN \} \{ USK \} \} ;$$

UP - параметри розміщення $UP = (x, y, z \{ UK \})$; x, y, z - координати розміщення UPK - текстовий коментар. UA - параметри ресурсів пристрою $UA = \{ \{ UA \} \}$ - список параметрів ресурсів певного виду, UT - параметри продуктивності пристрою, USK - текстовий коментар.

$$I = \{ I_{\alpha} \{ IU \} \{ IO \} \{ ITO \} \{ IP \} \{ IS \} \{ IK \} \}$$

де I_{α} - ім'я мережі, $IU = \{IU\}$ - множина портів мережі, до яких під'єднуються прикладні пристрої з U . $IO = \{IO\}$ - множина обладнання мережі (контролери, шлюзи, мости), ITO топологія мережі, IP - система протоколів мережі, IS - специфікація параметрів, IK - текстово - графічний коментар.

Поля специфікації IO визначаються аналогічно до специфікації прикладних пристроїв мережі. $IT = (\{ IU, IU \})$, (IU, IU) - пара портів, безпосередньо з'єднаних комунікаційною мережею. $IP = \{ IP \}$ - множина протокольних архітектур, які використовуються виходячи з принципу єдності протоколів, та відповідають певним фізичним зонам мережі. $IS = (\{ IA \} \{ IT \} \{ IN \})$ $IA = \{ IA \}$; - множина інформаційних параметрів мережі, $IT = \{ IT \}$ - множина часових характеристик мережі, $IN = \{ IN \}$ - множина надійливих характеристик системи.

До часових специфікацій етапу створення специфікації мережі пристроїв відносяться: з'єднання пристроїв, таблиця пристроїв, модель функціонування пристрою - блок, ланцюжок блоків. З'єднання пристроїв, яка відповідає певній фізичній зоні PR для зручності аналізу та наочності відображається таким своїм структурами:

$I = \{ IPU, IPT, IIA, IIP, IIS \}$;

де IPU - план розміщення пристроїв в приміщеннях,

$IPU = (U, UT, UK)$, $(U, UT) \in PR$;

IPT - топологічна структура з'єднання пристроїв комунікаційною мережею, $IPT = (IPU, IPTO, IK)$, $IPU, IPTO, IK \in PR$;

IIA - інформаційна структура з'єднання, яка задає структури інформаційних потоків в каналах з'єднання та їх пропускні здатності: $IIA = \{ IPT, IA, IK \}$;

IIP - система протоколів мережі, IIS - специфікація параметрів з'єднання пристроїв: $IIS = (US, IS, SK)$, $(US, IS) \in PR$

Всі дані для часткових специфікацій II беруться з бази даних та специфікацій NP, NR, NU.

Таблиця пристроїв є специфікацією параметрів стандартних пристроїв: $TU = (U)$ - множина рядків в яких записані параметри: $U = (U\alpha, U\beta, US, UK)$; де $U\alpha$ - назва, $U\beta$ - тип пристрою, приналежність до групи взаємозамінних пристроїв, US - специфікація параметрів, UK - коментар

$US = \{ USA1, UST1, USN1, USK1 \}$

та специфікується аналогічно IS.

Модель пристрою - це програмний блок, призначений для оцінки характеристик функціонування пристрою при певних заданих параметрах: $M = (M\alpha, MP, MN, MM, MK)$, де $M\alpha$ - назва пристрою, що моделюється, MP - блок настройки параметрів, MM - програма моделювання, MK - коментар, MP - величина, яка оцінюється.

Ланцюжок блоків є списком моделей пристроїв, які входять у ланцюжок: $ZM = (M, M, \dots, M)$.

Визначення ланцюжка потрібно, наприклад, для оцінки часу проходження пакета від відправчика до отримувача через послідовну низку пристроїв.

Наведена система специфікацій відкрита і допускає розширення та нарощення по мірі нагромадження досвіду експлуатації програмного комплексу. Запропонована система специфікацій суміщає використання формальних, логічних процедур з творчими, неформальними критеріями та обмеженнями, які виникають на різних етапах проектування.

В третьому розділі наведено опис підкоду до створення та основні функції інструментального комплексу проектування РІС на основі запропонованої та розробленої системи специфікацій. Цей набір реалізовано у вигляді основи, набору інтерфейсів, які дозволяють підключення програмних модулів які виконують задані проектування та реалізують специфічні інтереси користувача. Програмний комплекс побудовано по відкритому принципу, що дозволяє здійснювати впровадження та модифікації.

Проектування з використанням розробленого комплексу носить діалоговий характер, що пов'язано з необхідністю врахування неформальних критеріїв та обмежень. Брешуючи світовий досвід в реалізації діалогових систем, нами було використано представлення діалогу у вигляді послідовності екранів певної організації. Причому на кожному екрані висвічується вся інформація необхідна користувачу для прийняття рішення на даному етапі проектування.

Структура системи наведена на рис.2. Програмні структури даних - специфікації зберігаються в інформаційних базах даних та разом з сервісними програмами маніпулювання даними створюють блок специфікацій. Проектувальні підсистеми в нашому випадку представляють собою проблемно - орієнтовані пакети прикладних програм аналізу та синтезу, які характеризуються складною внутрішньою структурою та використовують для своєї роботи дані з бази даних специфікацій. Всі програми функціонують в середовищі операційної системи EOM, яка виконує завантаження та вивантаження даних та програм, управління пам'яттю, зовнішніми засобами та ін. Ядром системи, яке постійно зберігається в пам'яті є потрібні інформаційні масиви та деякі сервісні програми БД специфікацій. Це пов'язано з необхідності економити пам'ять ПЕОМ.

У складі інструментальної системи є три проектувальні підсистеми: підсистема аналізу та синтезу топологічної структури, підсистема аналізу і синтезу інформаційної структури, підсистема аналізу часових параметрів.

В підсистему аналізу та синтезу топологічної структури РІС включені операції аналізу та оптимізації специфікацій. Операції

аналізу виконують аналіз відстаней між об'єктами системи, визначення довжин з'єднань та ін. Група задач синтезу топологічної структури реалізує алгоритми побудови найкоротшого з'єднання на основі логічної або фізичної зони. Як вхідні дані вибирається відповідна зона і параметри розташування процесів, процесорів або пристроїв. Результат аналізу можна уявчасово зберегти під вибраним ім'ям, записати в поле специфікації, або залишити без запису. В підсистемі реалізована також задача трасування з'єднань пристроїв розподіленої інформаційної системи комунікаційної мережі.

Підсистема аналізу інформаційної структури реалізує такі функції аналізу: підрахунок інтенсивності потоку, який замикється з певної зони, та потоку між зонами, знаходження найбільш інформаційно смисловоюз'язаної множини процесів, процесорів або пристроїв в даній зоні. Реалізується також задача оптимізації розміщення процесів на процесорах.

Підсистема аналізу часових параметрів дозволяє досліджувати окремі блоки- моделі пристроїв системи, їх з'єднання, аналізувати час рішення розподіленої задачі.

В четвертому розділі наведені приклади прастачного використання алгоритмів та програм розробленої системи проектування.

В додатках містяться акти впровадження результатів роботи та зображення відеограм процедур проектування ПС з використанням розробленого програмного комплексу.

Основні результати роботи.

В дисертаційній роботі отримано такі основні результати:

1. Розроблено формальний підхід та системи специфікацій для трьох рівнів проектування розподіленої інформаційної системи, які дозволяють сумістити використання формальних логічних процедур з неформальними критеріями та обмеженнями, що виникають на різних етапах проектування, проводити багатоваріантний та багатократний аналіз проміжних проектних рішень;
2. Запропоновано нові ефективні евристичні алгоритми:
 - а) побудови багатосементної шкелюї мережі з врахуванням

- топологічних особливостей мережі Ethernet;
- 2) виділення в системі інформаційно-сильнозв'язаних областей по критерію максимуму потоку в області;
 - 3) закріплення процесів за процесорами з врахуванням можливої фіксації процесів та наближення дошки прототипів;
3. Проаналізована структура затримок в розподіленій інформаційній системі, визначені рівні та задачі аналізу.
4. Отримані аналітичні вирази оцінок затримки для різних варіантів маркерного методу доступу та методу доступу з вставкою регістру, оцінок ймовірностей перебування станції мережі з вставкою регістру в певних станах, довжини черги та потрібного розміру буферів.
5. Розроблено методичне, математичне, алгоритмічне та програмне забезпечення інструментального комплексу для проектування розподілених інформаційних систем.
6. На основі запропонованого підходу та системи специфікацій розроблено діалоговий пакет програм автоматизації проектування розподілених інформаційних систем.
7. Основні результати роботи використані в госпдоговірних НДР, виконаних на кафедрі АСУ ЛПІ. Розробки впроваджені на ЛВО "Пластмасфурнітура", а також в учбовому процесі ДУ "Львівська політехніка".

Результати дисертації опубліковані в таких основних роботах.

1. Алексєйцева Л.М., Яремчук Г.М., Буров Е.В., Обельовская К.М. Оптимизация параметров вычислительных сетей шинной конфигурации. /Тез. докл. 2 - ой СНК "Проектирование АСУ". - 1988.
2. Буров Е.В., Обельовская К.М. Исследование характеристик информационных сетей методом статистических испытаний. // Вестн. Львов. политехн. ин-та N 143 "Расчет и проектирование информационных и управляющих систем", 1980. - с 6 - 9.
3. Буров Е.В., Обельовская К.М. О выборе времени аренды канала связи информационной сети. // Вестн. Львов. политехн. ин-та N 178 "Технические средства автоматизации измерений и управления научными исследованиями", 1983. - с 93 - 97.
4. Буров Е.В., Обельовская К.М. Оптимизация структуры

информационных сетей. //Вестн. Львов. политехн. ин-та N 198 "Технические средства автоматизации измерений и управления научными исследованиями", 1985. - с 24 - 28. "

5. Буров Е. В., Крамаренко М. Б., Обельовская К. М. О планировании и анализе речевого распределенной задачей локальной сети ЭВМ. //Контрольно-измерительная техника, Вып. 38. - Львов, 1985. - с 124 - 128.

6. Буров Е. В. Декомпозиция локальных информационно-управляющих систем // Контрольно-измерительная техника, Вып. 40. - Львов, 1986. - с 87 - 90.

7. Буров Е. В. Анализ и синтез по параметру расстояния в САПР локальных информационно-управляющих сетей // Контрольно-измерительная техника, Вып. 42. - Львов, 1987. - с 98 - 102

8. Буров Е. В. Автоматизация проектирования локальных информационно-управляющих систем на физическом уровне // Контрольно-измерительная техника, Вып. 41. - Львов, 1987. - с 87. - 89.

9. Буров Е. В. Программная система оценки параметров локальной сети. //Контрольно - измерительная техника, Вып. 44. - с 98-101.

10. Буров Е. В. Автоматизация анализа логико - информационной структуры локальной сети. //Вестн. Львов. политехн. ин-та N 229 " Технические средства автоматизации измерений и управления научными исследованиями, 1988. - с 18 - 21.

11. Буров Е. В., Обельовская К. М., Фебри Л. П. Характеристики работы станции кольцевой локальной сети с введением задержки // Вестн. Львов. политехн. ин-та N 248 "Технические средства автоматизации измерений и управления научными исследованиями", 1990.

12. Буров Е. В., Петрова И. И. Исследование протокола ГОСТВ 26113-84 с помощью сетей Петри //Контрольно-измерительная техника, Вып. 45 - Львов, 1990. - с 88 - 92.

13. Буров Е. В. Автоматизация анализа задержек в локальной сети. // Контрольно-измерительная техника, Вып. 48. - Львов, 1990. - с 111 - 114.

14. Буров Е. В. Система спецификаций в одной САПР локальных сетей физического уровня проектирования //Рук. деп. УКРИИИИТИ сб

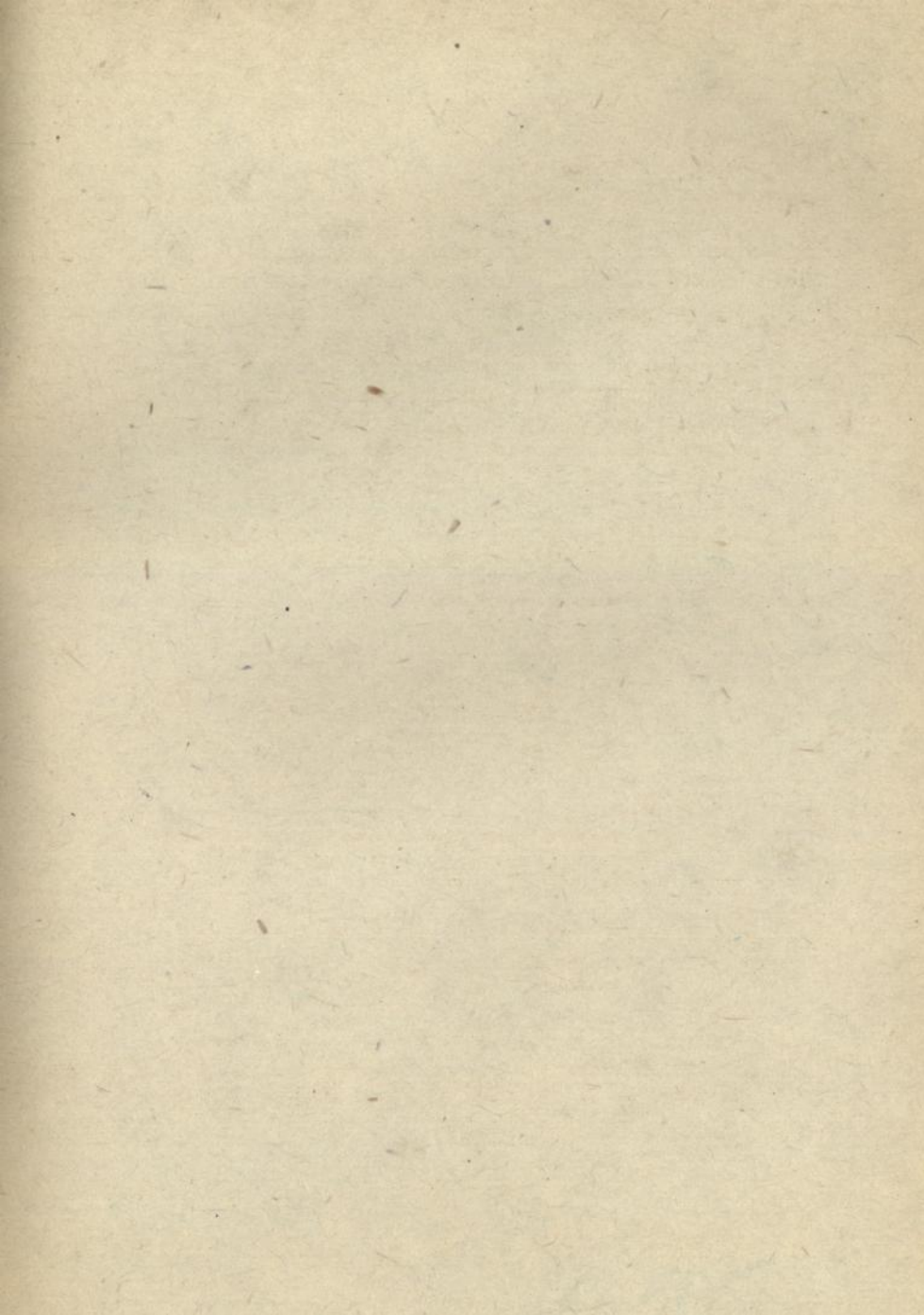
2216-Ук 89 . Дел от 16.10.89.

15. Буров Е.В., Исмаилов И.И., Обельовская К.М. Оптимизация топологии локальной сети шинной конфигурации // Вестн. Львов. политехн. ин-та N "Технические средства автоматизации измерений и управления научными исследованиями", 1991. - с 18-20
16. Буров Е.В. Деякі алгоритми оптимізації структури локальних інформаційно-обчислювальних мереж // Контрольно-вимірительна техніка, Вып. 49. - Львів, 1992, с. 72-75.
17. Фабри Л.П., Буров Е.В., Обельовская К.М. Структура и некоторые характеристики работы станции кольцевой локальной сети с введением задержки // Мехвуз. сб. научных трудов "Автоматизация обработки первичных данных". - Пенза, 1987. - с 45 - 48.

Цілд. до друку 7. XII - 93. Формат 60x84^I/16
Папір друк. № 2. Обс. друк. Умовн. друк. арк. 1, 25.
Умовн. фарб.-відб. 1, 25. Умовн. видав. арк. 1, 17.
Тираж 100 прим. Зак. 246. Безплатно

ДУЛП 290646 Львів-13, Ст. Бандери, 12

Дідьниця оперативного друку ДУЛП
Львів, вул. Городоцька, 266



464505

AB28853

AB 28.853