

# СТРУКТУРА ПРОЕКТНИХ ПРОЦЕДУР ПРИ СТВОРЕННІ КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНИХ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ

В.Г.Трегуб, А.П.Ладанюк, професори кафедри автоматизації УДУХТ, тел. (044) 220-5283

**В** проектуванні систем автоматизації, включаючи і сучасні, існує три рівня узагальнення: верхній - структурно-функціональний рівень, на якому визначається функціональна та технічна структури системи; середній - рівень розробки принципів схем і нижній - робочі схеми та креслення, за якими безпосередньо виконуються монтажні роботи (рис.1). Найбільші зміни в структурі проектних процедур, викликаних переходом до комп'ютерно-інтегрованих систем управління (КІСУ), відбулись на верхньому рівні, тому розглянемо його більш докладно, враховуючи при цьому, що більшість інженерних рішень, які визначають технічний рівень системи та її вартість, приймаються під час проектування структурно-функціонального рівня.

Проектування КІСУ починають з розробки функціональної структури (ФС), що визначає функції оперативного персоналу і автоматичних пристроїв з управління підприємством та послідовність їх виконання. В подальшому на її підвалинах будують структури алгоритмічного та програмного забезпечень. В той же час розробка ФС повинна проводитися за ітераційною процедурою, тому що певний рівень деталізації ФС можна досягнути тільки при досягненні певного рівня деталізації технічної структури цієї ж системи. Це пов'язано, насамперед, з тим, що при побудові ФС після розподілу функцій між автоматичними пристроями та оперативним персоналом, розподіляють функції між групами технічних засобів.

Можлива така послідовність розробки функціональної структури КІСУ при розподілі їх на підзадачі:

*визначення кількості робочих станцій (РС) та їх функцій;*

*виділення ієрархічних рівнів РС, як вузлів КІСУ;*

*виділення ієрархічних рівнів обчислювальних мереж.*

Визначення кількості РС і виділення їх рівнів тісно пов'язано між собою, тому що при визначенні функціонального призначення РС, безумовно, потрібен їх ієрархічний поділ на РС, найчастіше, трьох рівнів:

на нижньому - *локальні технологічні станції* (ЛТС) для управління технологічним процесом;

на середньому - *операторські станції* (ОПС) для управління технологічними комплексами, серед яких у разі потреби виділяють *диспетчерську координуючу станцію* (ДКС) для управління всім виробництвом;

на верхньому - *організаційно-економічні станції* (ОЕС) для управління бізнес-процесами.

На рис.1 використано такі скорочення: **РС** - робочі станції; **ПЗО** - пристрої зв'язку з об'єктом; **ОПК** і **ІПК** - офісні і індустриальні персональні комп'ютери; **МПК** - мікропроцесорні контролери; **ОС** - операційна система; **БД** - бази даних; **СУБД** - система управління базою да-

них; **ЛОМ** - локальна обчислювальна мережа; **КОМ** - корпоративна обчислювальна мережа; **ОМ** - обчислювальна мережа; **ПЗ** - програмне забезпечення.

Як правило, при вирішенні на практиці цієї підзадачі виходять з існуючої на виробництві структури пунктів управління, незважаючи на те, що існують аналітичні методи визначення оптимальної кількості ЛТС за вартісними критеріями з врахуванням того, що наближення ЛТС до термінальних точок технологічного об'єкта управління (ТОУ) з одного боку зменшує вартість ліній зв'язку, а з другого - збільшує кількість ЛТС.

Ієрархічні рівні мереж можуть співпадати з ієрархічними рівнями вузлів (РС) чи об'єднувати РС різних рівнів. Найчастіше використовують мережі трьох рівнів:

на нижньому - польова шина (Fieldbus), до якої підмикають мікропроцесорні контролери (МПК) і вимірювальні перетворювачі та виконуючі механізми з вбудованими АЦП;

на середньому - локальна обчислювальна мережа ЛОМ (Local Control Network - LCN). Склад цієї мережі може суттєво змінюватися в залежності від особливостей виробництва, програмного забезпечення та ідеології розроблювача. В максимальному випадку її утворюють ЛТС, ОПС та ДКС, а іноді до неї безпосередньо підмикають окремі МПК і ОЕС. Необхідність безпосереднього підмикання МПК виникає при управлінні невеликими технологічними дільницями, які розташовані на значній відстані від основного технологічного обладнання. ОЕС у цю мережу вмикають виробництвах малої потужності, коли ці станції одночасно виконують роль координуючих;

на верхньому - одна або кілька загальнозаводських інформаційних шин (Local Area Network - LAN), об'єднаних в корпоративну обчислювальну мережу КОМ, до якою підмикаються всі ОЕС разом з ДКС.

Як правило, при вирішенні на практиці цієї підзадачі виходять з кількості і призначенні ієрархічних рівнів мереж, визначених обраним програмно-технічним комплексом (ПТК). В той же час вартісні критерії можуть бути використані і в цьому випадку, тому що зменшення кількості ієрархічних рівнів обчислювальних мереж з одного боку збільшує навантаження мережі, довжину ліній зв'язку та кількість мостів, а з другого - зменшує кількість ЛОМ та шлюзів.

Далі розробляють технічну структуру КІСУ, яка є базою для розробки технічного забезпечення і має кілька рівнів деталізації: рівень мереж, рівень робочих станцій, рівень пристроїв зв'язку з об'єктом (ПЗО). Кожен з цих рівнів повинен реалізувати певні функції системи, тому розробка технічної структури теж провадиться за

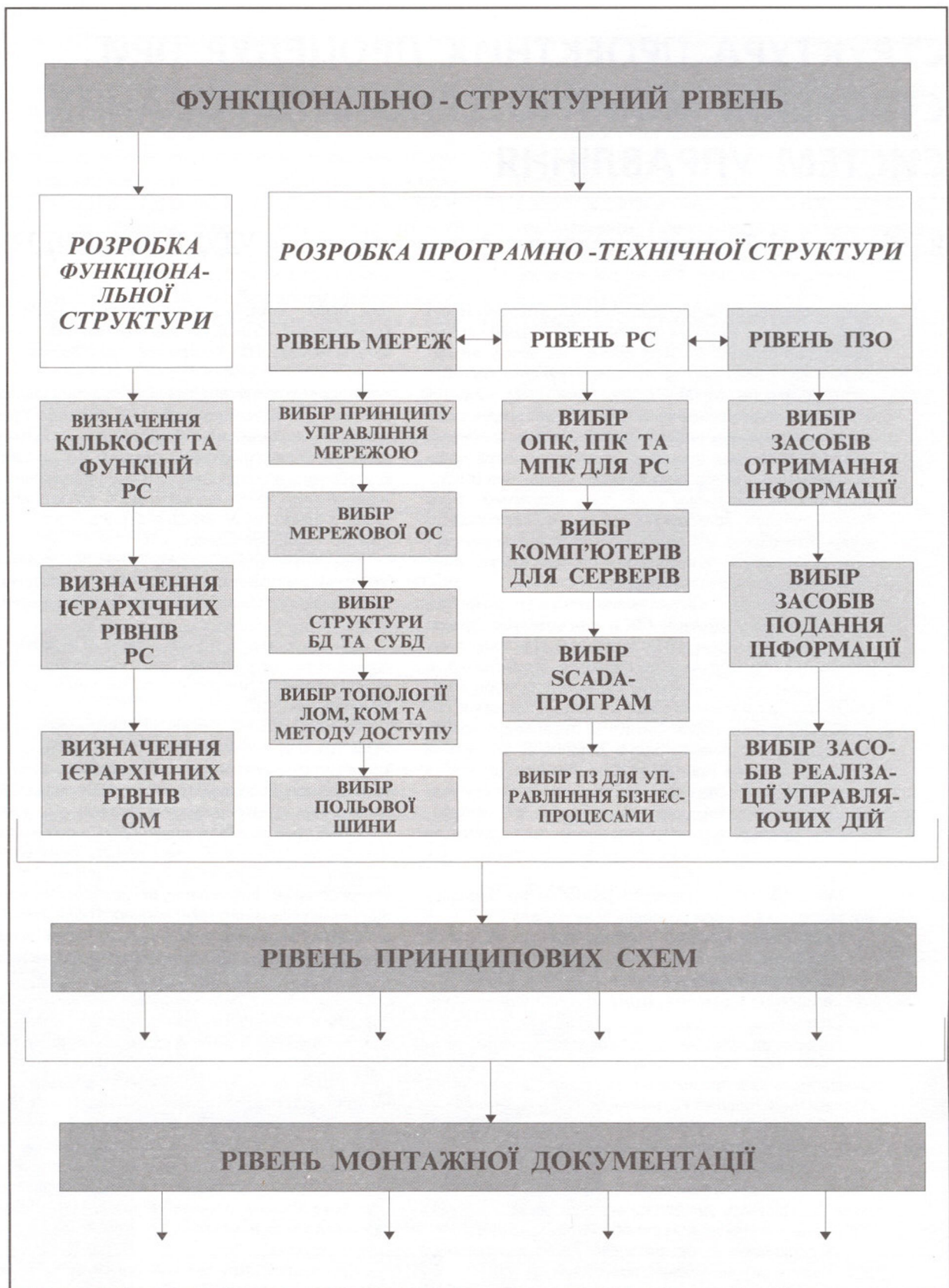


Рис. 1. Структура проектних процедур КІСУ

ітераційною процедурою і тісно пов'язана з розробкою програмного забезпечення, що робить більш точною назву програмно-технічна структура (ПТС) КІСУ.

На кожному з перерахованих рівнів можна виділити такі підзадачі:

на рівні мереж: (1) вибір принципу управління мережами; (2) вибір мережової операційної системи; (3) вибір структури бази даних (БД) та системи управління БД; (4) вибір топології та метода доступу для локальних та корпоративної обчислювальних мереж; (5) вибір польової шини;

на рівні робочих станцій: (1) вибір офісних (ОПК) та індустріальних (ІПК) комп'ютерів і мікропроцесорних контролерів (МПК) для РС; (2) вибір комп'ютерів для серверів; (3) вибір SCADA-програм; (4) вибір програмного забезпечення (ПЗ) для управління бізнес-процесами;

на рівні пристроїв зв'язку з об'єктом: (1) вибір засобів отримання інформації; (2) вибір засобів подання інформації; (3) вибір засобів реалізації управляючих дій.

Враховуючи обмежений об'єм цієї інформації зупинимось спочатку на перших трьох підзадачах рівня мереж.

За принципом управління мережою їх поділяють на мережі з централізованим управлінням (мережі типу «клієнт-сервер») та однорангові мережі. Однорангові мережі є мережами з рівноправною архітектурою, тому що більшість користувачів отримує спільний доступ до файлів більшої кількості ПЕОМ. Завдяки своїй простоті та невеликій вартості однорангові мережі мають поширення у системах з невеликою кількістю рівноправних РС (до 8). До недоліків цього принципу управління відносяться утруднення, що виникають при захисті інформації, а також при побудові ієрархічних систем управління, тому в останньому випадку найчастіше орієнтуються на архітектуру «клієнт-сервер».

Останнім часом з'явився ще один принцип управління мережою - комбінований, при якому однорангова частина мережі дає можливість обміну файлами без участі оператора, а централізована частина керує файлами, друкуванням та засобами зв'язку більш високого рівня.

Мережові операційні системи (МОС), що є платформою для побудови програм візуалізації управління і даних (SCADA-програм), поділяють на універсальні та спеціалізовані. До універсальних, створених на платформах MS-DOS і Windows, відносяться добре відомі Workgroup Add - On, Windows for Workgroups, Windows NT, NetWare, NOS та інші; до спеціалізованих - МОС реального часу (ОСРВ): QNX, UNIX та її остання модифікація - LINUX, IRMX, AMX, RTKernel 4.5 та інші.

При виборі МОС треба також враховувати, що основною задачею верхнього рівня КІСУ є не гонитва за швидкістю реакції системи (всі задачі безпосереднього цифрового управління повинні вирішуватися на нижньому рівні), а максимально зручне подання інформації оператору, простота інтеграції систем нижнього рівня в системи більш високого рівня. В цьому відношенні ОСРВ не мають переваг перед універсальними МОС, а навпаки підвищують вартість SCADA-програм, ускладнюють їх розробку (із-за невеликої кількості прикладних програм) і обслуговування, сприяють утворенню проблем системної інтеграції. Переваги більшості універсальних МОС (розвинуте прикладне програмне забезпечення та мережова ідеологія, час реакції не гірше десятків мілісекунд, багатопотоковість і багатоприоритетна багатозадачність, надійність) робить їх більш перспективними як платформи для розробки SCADA-програм.

Вибір структури БД даних та системи управління БД (СУБД). Найбільш поширені дві технічні структури БД: перша - з використанням одного чи кількох файл-серверів великої ємності у випадку, коли кільком користувачам потрібен доступ до однакових файлів великого об'єму; друга - з використанням СУБД - серверів та файл-серверів.

Існує також два варіанта колективного доступу до БД. Перший полягає у тому, що файли БД розташовані на дисках файл-серверів і всі РС отримують доступ до файл-серверів. При другому варіанті використовують СУБД-сервери. Перший варіант має певні недоліки. По-перше, при транзакції даних файл-сервера однією РС необхідно блокувати можливість транзакцій цих даних іншими РС. По-друге, при пошуку даних на файл-сервері необхідно відповідний файл «перекачати» через мережу в оперативну пам'ять РС, що знижує продуктивність мережі, особливо, при великій кількості РС. При застосуванні другого варіанта в мережі крім файл-серверів є СУБД-сервер, єдине призначення якого робота з БД. В цьому випадку по запиті від РС СУБД-сервер виконує пошук, результати якого повертаються на РС-джерело запиту. Таким чином, по мережі передаються не всі дані, що є об'єктом пошуку, а тільки запит і результати пошуку.

Продуктивність мережі залежить не тільки від наявності СУБД-сервера і ємності дисків файл-сервера, але й від кількості файл-серверів. Мережа з більшою кількістю файл-серверів працює швидше, тому що вона має не тільки більшу кількість дисків, але і більшу кількість дисккових контролерів та процесорів. Для збільшення продуктивності мережу можна поділити на кілька менших мереж, з'єднуючи їх мостами, які дозволяють об'єднувати в єдине ціле мережі з різними методами доступу.

Програмна структура БД пов'язана з поділом їх реляційні, об'єктні та об'єктно-реляційні. Найбільш поширеними є реляційні БД, в яких дані зберігаються у вигляді двомірних таблиць. В систему управління БД входять інструментальні програмні засоби розробки додатків користувача, СУБД-сервер та інтерпретатор мови SQL (Structured Query Language). Пошук в таблицях великих реляційних БД потребує багато часу та комп'ютерних ресурсів. Проблема ускладнює постійне накопичення інформації і відповідне збільшення розмірів БД. Для ефективної експлуатації таких БД використовують потужні ПК та спеціальні багатопроцесорні архітектурні рішення. При цьому просте нарощування обчислювальної потужності малоефективне без паралельного виконання операцій, тому використовують як розпаралелювання запитів (збільшується загальна пропускна здатність), так і розпаралелювання виконання операцій одного запита (зменшується час відгука на запит).

Крім реляційних БД і СУБД останнім часом дістають поширення і об'єктні БД і СУБД. Об'єкти в об'єктно-орієнтованих БД містять повну інформацію про себе. Вважають, що об'єктні СУБД більш гнучкі ніж реляційні і є доброю альтернативою у тих випадках, коли застосування реляційних СУБД пов'язано з створенням складної схеми з великою кількістю міжтабличних зв'язків. В той же час значна частина операцій в об'єктних СУБД виконується на РС, які звертаються до об'єктів, розташованих на сервері, считують їх і локально оброблюють достатньо довгий час. Враховуючи недоліки і переваги об'єктних СУБД стали створювати гібридні об'єктно-реляційні СУБД, які можуть зберігати і традиційні табличні дані і об'єкти.

Підходи до вирішення інших проектних процедур вибору програмно-технічної структури КІСУ будуть розглянуті в наступних номерах SAC - бюлетеня.