

2 СТРУКТУРНІ МОДЕЛІ

Моделі структури (структурні моделі) дуже поширені в практиці проектування та дослідження систем контролю і управління.

У моделюванні систем структурні моделі традиційно займають провідне місце. Це зумовлено перевагами, які надає дослідження структури системи. У першу чергу це суттєве спрощення моделювання, оскільки дозволяє відокремити моделювання процесів всередині елементів системи і моделювання їх взаємодії. Окреме моделювання кожного елемента звичайно простіше за моделювання системи в цілому.

2.1 Поняття та способи структурування об'єктів моделювання

Поняття структури відносять до фундаментальних понять теорії систем. Про структуру кажуть завжди, коли у певному середовищі з'являються частини з відмінними від суміжних елементів властивостями або виявленими межами.

Сукупність елементів системи та зв'язків між ними утворюють структуру системи.

Узагальнена модель (1.1) з метою відображення структурних характеристик об'єкта може бути подана у вигляді

$$\Theta_Y = F(S, Z)[\Theta_X] \quad (2.1)$$

де S – структурні характеристики об'єкта; Z – параметри об'єкта.

До структурних характеристик об'єкта відносять опис кількості, складу та зв'язків елементів (блоків, підсистем, вузлів) об'єкта; порядок та вид диференціального рівняння, що описує динаміку об'єкта; характер нелінійності функції (ступінь полінома), що описує статику та інше.

Найбільшого поширення структурні моделі набули в електроніці в період переходу від дискретних елементів до інтегральної схемотехніки. Наразі з поступовим переходом до реалізації більшості функцій системи у цифровому вигляді за допомогою програмованого процесора роль структурних моделей дещо знизилася, поступаючись алгоритмічним моделям.

Останнім часом багато уваги приділяють структурам, які самостійно виникають у неперервному нелінійному середовищі. Ці явища вивчає наука синергетика. Вважають, що такі процеси відповідають за утворення кристалічних структур і космічних систем, функціонування серця і мозку тощо.

В інженерній практиці структурні моделі мають вигляд різноманітних схем, які є головними документами проектів систем управління є схеми. Схеми залежно від основного призначення розділяють на такі типи:

- структурні;
- функціональні;
- принципові (повні);
- з'єднань (монтажні);
- під'єднання;
- загальні;
- розташування.

Схеми залежно від фізичної природи та видів елементів і зв'язків між ними розділяють на такі види:

- електричні;
- гідравлічні;
- пневматичні;
- кінематичні;
- оптичні;
- комбіновані.

Найчастіше у теорії управління використовують схеми електричні структурні та схеми комбіновані структурні.

Різноманітні функціональні, структурні і принципові схеми (деякі приклади яких наведені на рис. 2.1) подаються графічними зображеннями, які показують склад та взаємозв'язки блоків системи.

Поява великої кількості стандартів зображення схем підкреслює їх велику роль у практиці дослідження, проектування та експлуатації систем. Така стандартизація забезпечила появу спільної міжнародної мови інженерів, яка характеризується наочністю і однозначністю.

Разом з тим розмаїття схем приховує їх спільні риси, які дозволяють стверджувати, що більшість схем є гомеоморфними моделями. Як вже відзначалося, гомеоморфізм дозволяє скоротити роботу дослідника і розповсюджувати результати, отримані на одних моделях, на моделі іншої природи з обов'язковим аналізом відмінностей між ними. Відповідно постає задача такої формалізації подання схем, яка була б достатньо інформативною та продуктивною і разом з тим універсальною.

Головними операціями у процесі формалізації структури системи є композиція і декомпозиція. Ці операції є окремими випадками більш загальних процесів аналізу і синтезу у застосуванні їх до структурних моделей.

Декомпозиція структури системи (*system decomposition*) – це подання цілісного складного об'єкта (системи в цілому або окремих її частин) у вигляді окремих елементів з певними зв'язками.

Композиція (*system composition*) – обернена операція, яка полягає у заміні певної сукупності елементів системи одним цілісним об'єктом, в якому не розглядається внутрішня структура.

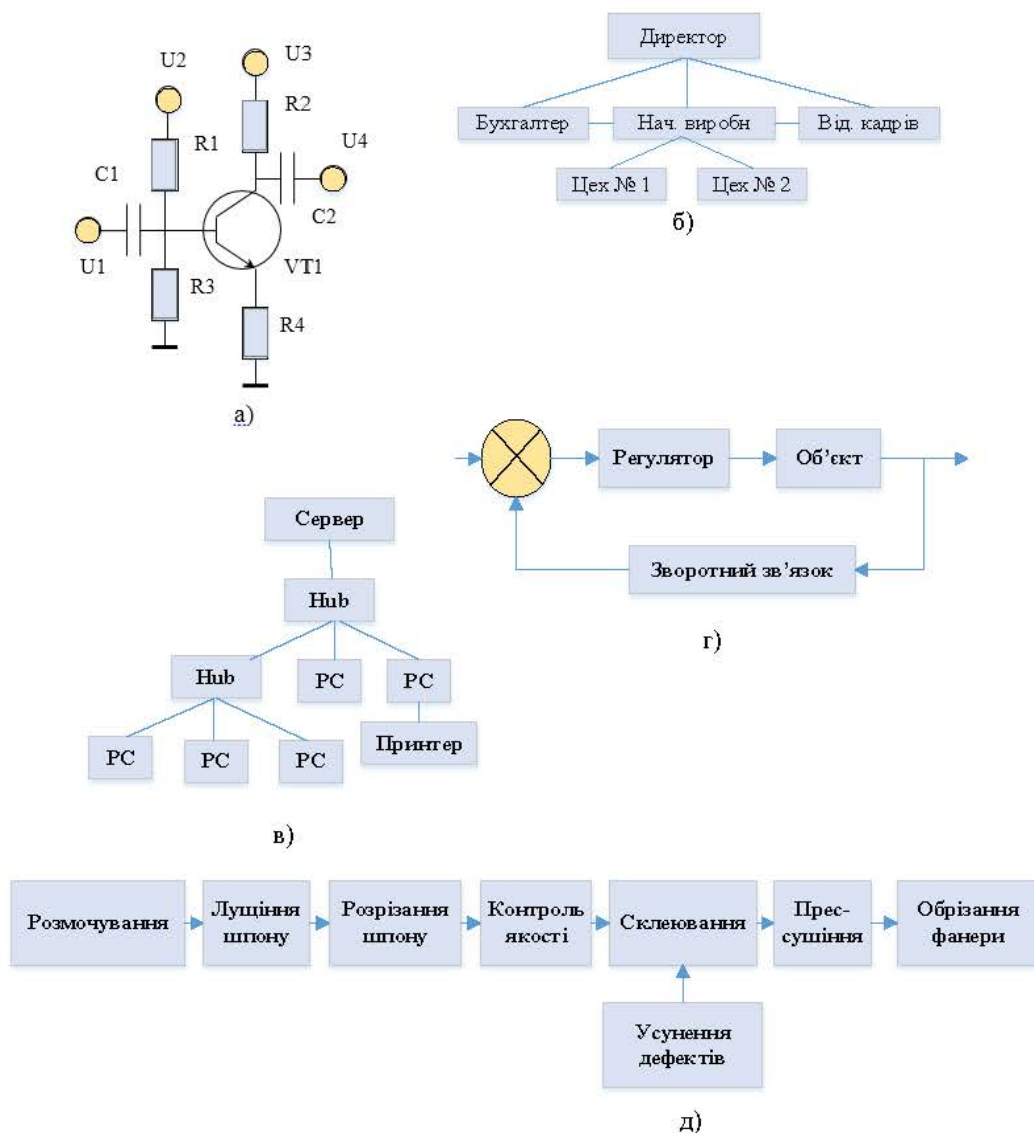


Рисунок 2.1 – Приклади схем: а) схема електрична принципова; б) структура підприємства; в) схема комп’ютерної мережі; г) структурна схема системи управління; д) схема технологічного процесу виготовлення фанери

Побудова моделі складної системи як цілісного об’єкта найчастіше є надто громіздкою задачею. Тому звичайно моделі будують у декілька етапів, показаних на рис. 2.2. Перший етап – етап *аналізу* системи, останній – етап *синтезу* моделі.

Незважаючи на зовнішню складність, такий багатоетапний процес вимагає значно менших зусиль, ніж дослідження системи як цілісного об’єкта. Якщо система має n входів і кожен вхідний сигнал може приймати m значень, то кіль-

кількість експериментів для повного дослідження системи в процесі моделювання складає m^n . Якщо ж здійснити декомпозицію системи на n одноходових підсистем, то необхідно буде здійснити $m \cdot n$ експериментів і додатково дослідити $n \cdot (n - 1)$ зв'язків. Так, наприклад, для системи з 10 входами і кількістю можливих значень кожного вхідного сигналу 10 відповідні кількості експериментів складатимуть $10 \cdot 000 \cdot 000 \cdot 000$ (або 10^{10}) для цілісної системи і $(m \cdot n + n \cdot (n - 1)) = 190$ для системи після її декомпозиції.



Рисунк 2.2 – Етапи структурного моделювання системи

Разом з тим не слід забувати, що самі процеси аналізу (декомпозиції) і синтезу (композиції) часто є досить складними, вимагають творчого підходу і розуміння природи і принципів функціонування системи, що не враховано у формальному підрахунку кількості операцій.