

Лекція ФУНКЦІОНАЛЬНОГО ПРОЕКТУВАННЯ

1. ОСОБЛИВОСТІ СИСТЕМНОГО РІВНЯ

Процес проектування будь-якої технічної системи складається з етапів:

- функціонального;
- конструкторського;
- технологічного.

У випадку проектування складної технічної системи функціональний етап, в свою чергу, може розбиватися на підетапи, що відповідають різним рівням деталізації системи. При такому ієрархічному підході до проектування складних систем найвищий рівень цієї ієрархії називають *системним етапом* або *системним рівнем* (іноді структурним або архітектурним етапом, або мета-рівнем при проектуванні ТС).

Вхідними даними для системного рівня проектування є технічне завдання, на виході етапу повинні бути функціональна чи структурна схеми технічної системи та їх опис.

Отже, використовуючи термінологію формалізації задач, можна сказати, що на найвищому рівні ієрархії в етапах проектування складних ТС— системному етапі— технічна система розглядається як елемент, що має певні входи та виходи для зв'язку із зовнішнім середовищем і відповідає певному закону функціонування. Задачею системного етапу є розкриття (деталізація) закону функціонування системи за рахунок поділу функції, а значить і самої системи, на частини —функції та структурні елементи наступного, більш детального рівня ієрархії.

Провівши таку декомпозицію функції системи, отримують набір складових *функціональних елементів* (ФЕ) системи. Його записують або у певній математичній формі, або у вигляді *функціональної схеми*. Технічна реалізація функціональних елементів-компонентів (їх "матеріалізація") дає набір *конструктивних елементів* технічної системи. Склад та взаємозв'язок таких конструктивних компонентів системи відображається за допомогою *структурної схеми*.

Оскільки на кожному етапі проектування ТС вирішуються три головні задачі: синтез, аналіз та оптимізація, то вони ж є задачами системного етапу. Тобто на системному етапі проектування ТС вирішуються задачі синтезу функціональної (чи структурної) схеми ТС, її аналізу та оптимізації за певними критеріями.

Виходячи з всього вище сказаного, можна визначити особливості системного етапу проектування ТС та особливості його автоматизації:

- системний рівень відноситься до найвищого рівня ієрархії процесу проектування складних систем, а тому його важко формалізувати;
- у зв'язку з його поганою формалізацією виникають труднощі з використанням методів математичного моделювання, а значить і з застосуванням автоматизації і побудови відповідної підсистеми САПР;
- оскільки він відноситься до верхнього рівня вказаної ієрархії, тут суттєвим є вплив специфіки предметної області, до якої відноситься ТС;
- на основі пп. 1-3 впливає те, що на системному етапі отримують широке застосування методи неформального синтезу структур чи функціональних схем; в основу цих методів покладено, з одного боку, типові прийоми винахідництва, а з іншого боку— широке врахування специфіки конкретної предметної області, використання типових рішень.

2. ФУНКЦІОНАЛЬНІ ЕЛЕМЕНТИ

Як зазначалося вище, результатом першої ітерації при функціональному проектуванні складної технічної системи, тобто результатом системного етапу (рівня) є *функціональна схема* системи. Розглядаючи принципи функціонування різноманітних технічних систем, можна побачити, що їх функціональні схеми складаються з набору *функціональних елементів* (ФЕ) певних типів. Вони, в свою чергу, є (складними) *системами* наступного рівня ієрархії при ієрархічному підході до проектування ТС.

Такі функціональні елементи у найзагальнішому вигляді можна представити як деякі функціональні перетворювачі, на вхід яких надходить енергія, речовина чи інформація, і у функцію яких входить перетворення вхідної величини у вихідну за певним законом.

В основу подальшої класифікації (чи деталізації) функціональних елементів можна покласти суттєво відмінні критерії:

- функціональне призначення ФЕ (не змішувати його із сферою застосування);
- особливість перетворення вхідної величини у вихідну в ФЕ;
- вид математичної моделі ФЕ.

В залежності від їх призначення та від особливостей виду перетворення вхідної величини у вихідну всі функціональні елементи можна умовно поділити на групи:

1. *перетворюючий елемент* - перетворювач: кількісних значень величин (трансформатор, коробка перемикачів передач); якісних характеристик (двигун, генератор);
2. *зберігаючий елемент* (пам'ять бортового комп'ютера);
3. *передаючий елемент* (привідний вал, карданна передача, електрична проводка);
4. *керуючий елемент* (система керування ДВЗ, рульове керування, гальмівна система).

Комбінація цих видів функціональних елементів та видів їх вхідних величин дає множину різноманітних конкретних функціональних елементів, які і є компонентами функціональних схем технічних систем для будь-яких сфер їх застосування.

Так, наприклад, для випадку деякої узагальненої машини її функціональну схему можна представити у вигляді — рис. 14, де ПЕ - перетворювач енергії, Д - двигун, ПД - пристрій передачі енергії, РП - робочий процес, РЕ - процес розсіювання енергії, НС - несуча система.

Вказана вище комбінація видів функціональних елементів у загальному випадку може бути подана у вигляді таблиці 1.

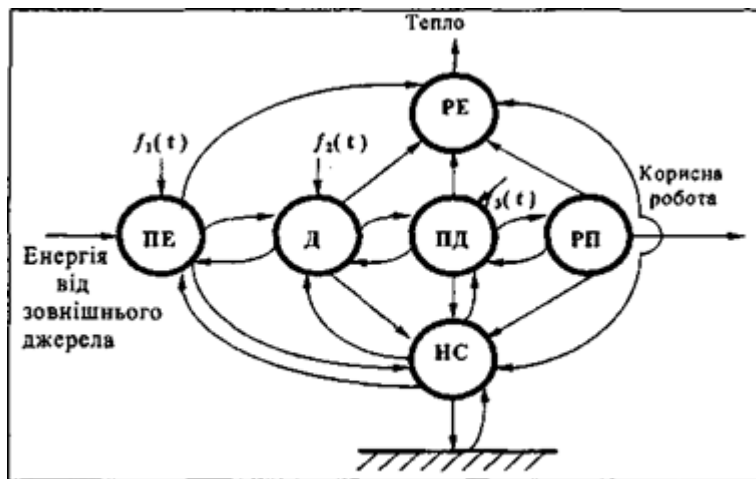


Рис. 14. Приклад функціональної схеми узагальненої машини[†]

Таблиця 1. Види функціональних елементів ТС

Призначення ФЕ	Характер вхідних та вихідних величин											
	Енергія					Речовина				Інформація		
	Природа середовища (фізичні явища)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9			
1) перетворюючий елемент: - кількісних значень - якісних характеристик			Приклади функціональних елементів									
2) зберігаючий елемент												
3) передаючий елемент												
4) керуючий елемент												

де: 1 - механічні явища, 2 - електричні явища, 3 - магнітні явища, 4 - діелектричні явища, 5 - напівпровідникові явища, 6 - явища в газі, 7 - явища в рідині, 8 - явища у твердому тілі, 9 - оптичні явища.

Таблицю 1 можна розглядати також і як класифікацію функціональних елементів ТС.

На наступному рівні класифікації функціональних елементів розглядаємо вид математичної моделі ФЕ. У спрощеному вигляді (як це і подається в основному в літературі) можна сказати, що математичні моделі функціональних елементів поділяються на дві великі групи: Детерміновані ММ та стохастичні ММ, кожна з яких в свою чергу ділиться на групу дискретних та неперервних моделей. Детерміновані неперервні моделі утворюють чи не найбільший за областю застосування клас ММ функціональних елементів. Детерміновані неперервні моделі, стан яких змінюється з часом, називають також динамічними системами (ДС). Окремим класом динамічних систем, що має широке застосування, є ланцюги.

Незалежно від типу ФЕ (у відповідності до будь-якої його класифікації) "Проектування функціонального елемента (так само, як і технічної системи в цілому) зводиться до задач синтезу, аналізу та оптимізації. Вирішення цих задач суттєво залежить від класу, до якого буде належати математична модель ФЕ, та від типу ФЕ у відповідності до табл. 1.

Таким чином, розгляд та класифікація функціональних елементів може проводитися різними шляхами, в залежності від того, якій із задач проектування технічної системи приділяється більша увага в тому чи іншому контексті.

3. ЗАДАЧІ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО ПРОЕКТУВАННЯ: СИНТЕЗ, АНАЛІЗ, ОПТИМІЗАЦІЯ

Проектування технічної системи в цілому і кожний із його етапів чи рівнів зокрема, зводиться до задач синтезу, аналізу та оптимізації певної системи чи її функціональних елементів.

Задача синтезу, в основному, розглядається на основі знань конкретних предметних областей, конкретних інженерних чи фізичних наук, що вивчають даний клас функціональних елементів.

Задача аналізу чи оптимізації зводиться до задачі дослідження математичної моделі системи і вона вирішується, в основному, методами абстрактних математичних наук, що розглядають відповідні класи математичних об'єктів. Математичні моделі систем будуються на основі математичного запису фізичних законів, що описують явища, які протікають у системі чи її функціональному елементі.

Залежно від виду ТС, від етапів проектування та їх рівнів кожна з цих задач наповнюється своїм змістом. В той же час, на кожному із етапів, в кожній із задач використовується певний математичний апарат. І якщо різноманітність видів технічних систем, їх функціональних елементів та ієрархічних рівнів їх проектування призводить до відповідної різноманітності в змісті та методах вирішення задач синтезу, то в протиположній такій різноманітності математичний апарат, що використовується в задачах аналізу та оптимізації, може бути досить спорідненим для різного класу технічних систем.

Зміст задач проектування ТС (задач синтезу, аналізу та оптимізації) можна розглядати або явно виділяючи процес вивчення математичного апарату, що використовується при проектуванні, і процес застосування цього математичного апарату в задачах синтезу, аналізу та оптимізації, або такого поділу не виконуючи і викладати змістовні методи вирішення задач проектування, так би мовити, вперемішку з математичним апаратом.