

Математичне моделювання електротехнічних систем

СИСТЕМИ, СИСТЕМНИЙ ПІДХІД, СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ

- Пристрої використовувані в електроенергетиці ускладнюються з кожним роком, і їх стає все більше. Управляти великою кількістю учасників ланцюга: генератор – транспортування – споживач, дуже складно, при дотриманні жорстко регламентованих параметрів (напруга в мережі, частота струму, безперебійність і ін.). А якщо врахувати, що всі об'єкти електроенергетики сполучені в єдину мережу, то стає зрозуміло, що управління поведінкою параметрів такої мережі стає не простою завданням. У таких умовах без моделювання обійтися неможливо. Чим і обумовлена актуальність вивчення даної дисципліни. Математичні моделі з'явилися разом з математикою багато століть назад. Величезний поштовх розвитку математичного моделювання додадо появу ЕОМ. Застосування обчислювальних машин дозволило проаналізувати і застосувати на практиці багато математичних моделей, які раніше не піддавалися аналітичному дослідженню.

- Математична модель — наближений опис об'єкту моделювання, виражений за допомогою математичної символіки. Реалізована на комп'ютері математична модель називається комп'ютерною математичною моделлю, а проведення цілеспрямованих розрахунків за допомогою комп'ютерної моделі називається обчислювальним експериментом. Всі сучасні технології використовують математичні моделі реалізовані в програмному забезпеченні. Без використання комп'ютерних моделей неможливе досягнення високих економічних і технічних параметрів.

- Цілі моделювання можуть бути наступні:
- модель потрібна для того, щоб зрозуміти, як влаштований конкретний об'єкт, яка його структура, основні властивості, закони розвитку і взаємодії з навколишнім світом (розуміння);
- модель потрібна для того, щоб навчитися управляти об'єктом (або процесом) і визначити якнайкращі способи управління при заданих цілях і критеріях (управління);
- модель потрібна для того, щоб прогнозувати прямі і непрямі наслідки реалізації заданих способів і форм дії на об'єкт (прогнозування).

- Створення моделі проводиться по етапах:
- Перший етап — визначення цілей моделювання. Ці цілі можуть бути різними.
- Другий етап: визначення вхідних і вихідних параметрів моделі.
- Третій етап: побудова математичної моделі.
- Четвертий етап: вибір методу дослідження математичної моделі.
- П'ятий етап: розробка алгоритму, складання і налагодження програми для ЕОМ — процес, що важко формалізується.
- Шостий етап: тестування програми.
- Сьомий етап: власне обчислювальний експеримент, в процесі якого з'ясовується, чи відповідає модель реальному об'єкту (процесу).

Системи грають виняткову роль в житті будь-якого суспільства.

Система – це цілісна сукупність елементів будь-якого типу, взаємозв'язаних між собою, взаємодію яких забезпечує досягнення поставленої мети.

Таким чином, для системи характерна наявність:

- сукупності елементів;
- взаємозв'язки елементів через структуру;
- - взаємодії;
- - цілеспрямованості.
- Розгляд системи включає:
- - функціональний опис; -
- морфологічний опис;
- - інформаційний опис.

Морфологічний опис системи дає уявлення про її будову. Глибина опису визначається його призначенням. Вивчення морфології починається з елементного складу. Основною властивістю системи є те, що вона володіє характеристиками, принципово відмінними від характеристик складових її елементів. Тільки інтеграційна взаємодія її елементів дозволяє системі досягати унікальних властивостей.

Елемент системи – це структурна одиниця системи, неналежна діленню в даних умовах розгляду системи. Елемент – це така частина системи (підсистеми), всередину якого опис не проникає. Елементний склад може бути однорідним (гомогенним), різнорідним (гетерогенним) і змішаним. Іноді елементний склад оцінити не вдається, і його вважають невизначеним. Важливою ознакою морфології є призначення (властивості) елементів.

Внутрішня інформація системи є інформація самозбереження. Щоб система діяла і взаємодіяла з середовищем, вона повинна споживати інформацію з середовища і повідомляти її середовищу. Сукупність функціонального, морфологічного і інформаційного описів дозволяє відобразити головні властивості системи.

Система – це цілісна сукупність елементів, що означає, з одного боку, що це цілісне утворення, а з іншого боку, що в її складі можуть бути виділені цілісні об'єкти – елементи. При цьому елементи існують лише в системі. Поза системою – це в кращому разі лише об'єкти з «системозначними» властивостями. Звідси – відмінність між математично визначуваним множиною (як сукупністю елементів, де початковим є елемент) і системою (як сукупністю елементів, де первинною є властивість цілісності), тобто система – це єдине ціле, таке, що складається з взаємодіючих частин, часто різноякісних, але одночасно сумісних.

Інтеграційні якості – це якості, властиві системі в цілому, але не властиві жодному з її елементів окремо. Звідси вивід, що хоча властивості системи залежать від властивостей елементів, але не визначаються ними повністю, т.б.:

- система не зводиться до простій сукупності елементів;
- розділяючи систему на окремі частини, вивчаючи кожну з них окремо, не можна зрозуміти всі властивості системи в цілому.

Стан системи – це сукупність істотних властивостей (характеристик) системи, знання яких в сьогоденні (у момент часу t_0) дозволяє визначити її поведінку в майбутньому ($t > t_0$)

Принципи системного підходу

Системний підхід – це конкретно-науковий метод діалектичної методології, що має загальнонаукове значення. Методологія вивчення системи як єдиного цілого, такого, що складається з окремих частин, з різних точок зору формалізації дозволяє сформулювати наступні принципи системного підходу.

Принцип кінцевої мети: абсолютний пріоритет кінцевої (глобальною) мети.

Принцип єдності: сумісний розгляд системи як цілого і як сукупності частин (елементів).

Принцип зв'язності: розгляд будь-якої частини сумісний з її зв'язками з оточенням.

Принцип модульної побудови: виділення модулів (підсистем) в системі і розгляд її як сукупність підсистем.

Принцип ієрархії: виділення ієрархії частин (елементів) і (або) їх ранжирування.

Принцип функціональності: сумісний розгляд структури і функцій з пріоритетом функцій над структурою.

Принцип розвитку: облік змінності системи, її здібності до розвитку, розширенню, заміні частин, накопиченню інформації.

Принцип децентралізації: поєднання в ухвалених рішеннях управління централізації і децентралізації.

Принцип невизначеності: облік невизначеностей і випадковостей в системі.

Системний аналіз

Сукупність прийомів і методів для вивчення складних систем є системним аналізом. Системний аналіз – це засіб і технологія системного підходу.

Розглянемо основні етапи системного аналізу.

Постановка завдання. Вона включає:

- визначення об'єкту дослідження;
- постановку цілей;
- завдання критеріїв для вивчення об'єкту і управління ним.

Етап мало формалізований. Успіх постановки завдання визначається в основному мистецтвом і досвідом системного аналітика, глибиною розуміння ним поставленої проблеми.

Важливість етапу полягає в тому, що неправильна або неповна постановка завдання (цілей) може звести нанівець результати всього подальшого аналізу.

Структуризація і контур меж (декомпозиція) системи, що вивчається, включає:

- розбиття сукупності всіх об'єктів і процесів, що відповідають поставленій меті на два класи: власне досліджувану систему і зовнішнє середовище;
- вивчення процесів взаємодії об'єктів (елементів) системи і зовнішнього середовища.

Етап мало формалізований. Він заснований на мистецтві і досвіді провідних цей етап фахівців.

Розбиття об'єктів і процесів здійснюється в результаті послідовного перебору і включення в систему об'єктів і процесів, що роблять помітний вплив на процес досягнення поставленої мети.

При зміні цілей вивчення межі системи можуть бути змінені.

У ряді випадків можна при вивченні системи обмежитися лише впливом середовища на систему і нехтувати впливом системи на середовище.

Отримуємо відкриту систему, поведінка якої залежить від вхідних сигналів, що поступають з середовища.

Завершення процесу первинної структуризації полягає в тому, що виділяються окремі складові частини – елементи системи, що вивчається, – а можливі зовнішні дії представляються у вигляді сукупності елементарних дій.

Складання моделі системи, що вивчається (як правило, математичною).

* Параметризація – перший крок цього процесу. Здійснюється опис елементів системи і елементарних дій за допомогою тих або інших параметрів.

Параметри можуть приймати як безперервні так і дискретні числові значення, а також значення у вигляді ознак, які не можуть бути охарактеризовані за допомогою звичайних числових параметрів, а розрізняються якісно (наприклад: теплий, холодний, поганий, хороший).

* Встановлення різного роду залежностей між введеними параметрами. Характер цих залежностей може бути будь-яким. Кількісні (числові) параметри зв'язуються залежностями типу систем рівнянь (звичайній алгебрі або диференціальних). Якісні параметри зв'язуються залежностями типу таблиць. У загальному випадку можуть зустрічатися комбінації залежностей різних типів.

Залежності між параметрами в системах задаються в загальному випадку не простими формулами, а довільними алгоритмами з використанням будь-яких засобів як кількісних, так і описових. Разом з цілком певними функціональними залежностями (однозначними функціями) в системах використовуються різного роду імовірнісні співвідношення. Не виключається можливість взаємопротилежних залежностей, які повинні супроводжуватися вагами, тобто оцінками ступеня упевненості в справедливості таких залежностей. За допомогою цих ваг суперечливі залежності переводяться в імовірнісні.

Сучасний системний аналіз, як правило, має справу з системами, що характеризуються великим числом (від сотень до сотень тисяч) параметрів різної природи. Залежності між ними є різноманітними і складними. Опис цих залежностей (тобто побудова математичної моделі системи) також вельми складно і громіздко. Отже, є потреба по можливості скоротити цей опис. Одним з найбільш споживаних прийомів є розбиття системи, що вивчається, на підсистеми, виділення типових підсистем (з однаковим описом), встановлення ієрархії підсистем і стандартизації зв'язків підсистем на одних рівнях ієрархії з однотипними системами на інших рівнях. Системи такого роду прийнято називати великими або складними. Виділення підсистем і встановлення їх ієрархії переслідує мета не тільки спрощення опису системи. Цей процес дає можливість здійснювати уточнення первинної структуризації (розбиття на елементи) і параметризації системи. Результатом цього етапу є закінчена математична модель системи, описана на формальній мові.

Дослідження отриманої (побудованою) системи – четвертий етап системного аналізу. * Перше завдання етапу – прогноз розвитку системи, що вивчається. Для вирішення цього завдання задають різні припущення про зовнішні дії на систему протягом даного періоду і за допомогою моделі визначають розподіл значень, що характеризують систему параметрів для будь-яких фіксованих моментів часу. Термін “прогноз розвитку” підкреслює та обставина, що для системи не можна визначити єдину траєкторію розвитку, можна визначити лише безліч таких траєкторій. При цьому кожна траєкторія може реалізуватися насправді лише з тим або іншим ступенем вірогідності. Крім того, для складних систем не вдається знайти аналітичне рішення, що дозволяє описати поведінку системи в загальному вигляді. Тому користуються прямим (імітаційним) моделюванням системи, що вивчається, на ЕОМ. Вирішується завдання по кроках, відправляючись від початкових значень параметрів (якщо вони відомі) і задаючись певними кроками Δt за часом. Послідовно, крок за кроком, по заданих залежностях між параметрами визначають значення параметрів для моментів часу $0, \Delta t, 2t... \Delta$ і так далі.

Отримавши прогноз розвитку системи, що вивчається, проводять аналіз його результатів на відповідність заданим цілям і критеріям і виробляють пропозиції по поліпшенню управління і так далі, поки не вийде задовольняючий результат. У цьому полягає метод рішення задачі синтезу управління системою, званий методом «проб і помилок». Метод «проб і помилок» є не тільки основним, але в більшій своїй частині єдино можливим. Але цей метод використовується, коли коштує завдання вироблення оптимального управління. У ряді випадків досить обмежитися лише прогнозом розвитку системи.

1.4 Структура системи