

ЛЕКЦІЯ 2. ЗАДАЧІ ТА МЕТОДИ ТЕОРЕТИЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ. ОБМЕЖЕННЯ І ПРИПУЩЕННЯ ПРИ ПЛАНУВАННІ І ПРОВЕДЕННІ ДОСЛІДЖЕННЯХ

План лекції:

1. *Задачі та методи теоретичних досліджень.*
2. *Обмеження і припущення при плануванні і проведенні дослідженнях*

2.1 Задачі та методи теоретичних досліджень

Теоретичні дослідження є обов'язковою складовою будь-якого наукового дослідження. Об'єм і глибина досліджень по цьому важливому розділу визначаються з урахуванням відповідної наукової спеціальності, а також можливостей самого дослідника і його здібностей.

Теоретичні дослідження ґрунтуються на аксіомах, законах, принципах, постулатах та теоремах, тобто на логічних побудовах, які сформульовані в результаті розвитку науки та освіти протягом тривалої історії людства. Їх значимість полягає в тому, що вони виключають необхідність повторення попередньо пройдених людством етапів з накопичення досвіду і нового отримання даних тих експериментальних досліджень які слугували підґрунтям для встановлення вищеперерахованих логічних побудов.

Основною метою теоретичних досліджень є розв'язок таких задач:

- вивчення фізичної природи досліджуваних об'єктів, явищ та процесів;
- побудова принципів моделей цих об'єктів досліджень в цілому чи по окремих характеристиках;
- порівняння можливих еквівалентних моделей досліджуваного об'єкта;
- побудова розрахункових моделей функціонування об'єкта;
- розв'язок задач аналізу, синтезу та оптимізації параметрів об'єкта дослідження.

При проведенні теоретичного дослідження використовуються як загальнологічні методи пізнання, так і спеціальні.

Найбільш поширеними методами в теоретичних дослідженнях є такі:

- *мислений експеримент* – на комбінації образів, матеріальна реалізація яких є неможливою;
- *ідеалізація* – на формуванні мисленого уявлення про об'єкт шляхом виключення умови, необхідної для його реального існування;
- *формалізація* – на створенні узагальненої знакової моделі, яка дозволяє шляхом операцій зі знаками уявляти структуру об'єкта і закономірності процесів, що протікають;
- *аксіоматичний метод* – на прийнятті в якості істинних бездоказові положення, з яких на основі формально-логічних доказів виводяться всі інші;
- *гіпотетико-дедуктивний метод* – на створенні системи взаємопов'язаних гіпотез, з яких дедуктивним методом виводяться твердження, які безпосередньо зіставляються з дослідними даними;
- *математична гіпотеза* – на екстраполяції визначеної математичної структури з дослідженої області на недосліджену;

– *сходження від абстрактного до конкретного* – на виявленні вихідної абстракції, що відтворює основне протиріччя досліджуваного об'єкта в процесі теоретичного вирішення якого виявляються більш конкретні протиріччя, які ввібрали в себе більш широкий емпіричний матеріал.

Більшість явищ і процесів що є предметом наукового дослідження є складними об'єктами. Для таких об'єктів найчастіше сьогодні застосовують в теоретичних дослідженнях *системний підхід*, що також відноситься до загальнонаукових методів. У процесі його застосування дослідник проводить спочатку декомпозицію складного об'єкта (явища, події) на систему окремих складових елементів, а потім виявивши реальні чи віртуальні відношення (зв'язки) між ними, здійснює системний синтез об'єкта (структуризацію).

Ступінь декомпозиції обмежується вимогою раціональності і повноти деталізації системи, виходячи з умов максимального спрощення і достатньої повноти відображення властивостей і цілей дослідження об'єкту досліджень.

Це може бути зроблено лише на основі логічного аналізу наявних відомостей. У процесі такого аналізу може бути здійснено розширення або навпаки звуження переліку елементів системи.

Структуризація починається з виділення системи із зовнішнього середовища. Потім здійснюється послідовний розгляд всіх об'єктів (процесів, явищ), включених в систему на стадії декомпозиції об'єкта, на предмет визначення можливості впливу внутрішніх і зовнішніх факторів на процес функціонування системи і досягнення цілей, що стоять перед дослідником об'єкту, як системи. У процесі перебору і аналізу таких структурних складових системи проводиться апріорне, а потім і кількісне ранжирування вхідних і вихідних величин за ступенем їх впливу на функціонування системи. Метою цього етапу є виділення найбільш значимих з них.

Завершується структуризація виділенням і описом складових частин досліджуваної системи а також можливих зовнішніх впливів.

Під системою в цьому випадку розуміють особливу організацію спеціалізованих елементів, об'єднаних в єдине ціле для розв'язку конкретної задачі. Основна перевага організації такої системи полягає в незвідності її властивостей до властивостей утворюючих її елементів (система володіє емерджентністю).

Система зазвичай функціонує в тому або іншому середовищі, взаємодіючи з іншими системами. Властивості систем, їх зміст і функції встановлюють за допомогою виділення системоутворюючих елементів і зв'язків між ними. Системи аналізуються, як правило, з тим чи іншим ступенем деталізації.

До переваг застосування системного підходу до вивчення складних об'єктів відноситься можливість створення найбільш повного уявлення про сам об'єкт при всій його складності.

Процедура дослідження системи із застосуванням найбільш доцільних методів ідентифікації для розв'язку подібних задач, передбачає послідовність таких етапів:

- змістовний опис об'єкту досліджень, як системи;
- узагальнення апріорної інформації;
- аналіз і формування цілей і постановку завдань досліджень;
- вибір критеріїв ефективності функціонування системи;

- декомпозиція системи;
- складання формалізованої схеми об'єкту (проведення його структуризації);
- поновлення допустимої ідеалізації елементів системи і вибір показників якості підсистем і окремих елементів (параметрів);
- побудова математичної моделі (етап ідентифікації);
- перетворення математичної моделі в моделюючий алгоритм.

Дослідження закономірностей функціонування системи, як моделі об'єкту досліджень, здійснюється за допомогою сучасної комп'ютерної техніки. З цією метою дослідник має в своєму арсеналі потужний арсенал методів і програм.

Для успішного застосування теоретичних методів досліджень, особливо в галузі техніки і технологій, необхідно мати глибокі і всебічні знання у відповідних галузях наук – математики, механіки, фізики, біології, хімії та інших, у яких сформульовані і обґрунтовані загальні закони і закономірності, що описують ті чи інші природні явища чи події. При цьому такі закони і закономірності будуються на основі методів логіки і описані на підставі математичної формалізації відповідними математичними формулами, залежностями та іншими подібними атрибутами з необхідною мірою наближення до дійсності.

При побудові математичної моделі найбільш часто використовуються методи формалізації із алгебри, теорії множин, диференціального і інтегрального числення, теорії ймовірностей, математичної статистики тощо.

Методи формалізованого аналізу явищ і об'єктів досліджень виникли в зв'язку зі складнощами прийняття рішень про ефективність функціонування складних систем на основі неформальних методів. При аналізі простих об'єктів чи явищ, дослідник має невелику кількість показників для оцінки їх станів, тому використання формалізованих методів не є обов'язковим.

Кінцевою метою теоретичних досліджень зазвичай є побудова математичної моделі, за якою далі здійснюється дослідження об'єктів за допомогою різних інших методів. При цьому один і той же об'єкт (в залежності від кількості врахованих факторів, мети досліджень, вимог точності і надійності даних досліджень) може бути описаний різними моделями.

Необхідною умовою для проведення теоретичних досліджень є наявність логічних передумов і відповідних даних для математичної формалізації досліджуваних об'єктів. Складність самих об'єктів, а часом нестача даних про них, є істотною перешкодою для побудови моделей, які описують їх з необхідною точністю. В цьому випадку можуть бути використані апробовані на практиці допоміжні загальноприйняті і загальновідомі прийоми: *словесний опис об'єктів досліджень, креслення і структурні блок-схеми, логічні блок-схеми, графіки, таблиці і номограми*, а також *математичний опис* як об'єкта в цілому, так і його окремих характеристик. Останній метод застосовується для вивчення складних систем, стан яких залежить від багатьох факторів, що змінюються в просторі і в часі. Він передбачає використання універсальних методів формалізації, заснованих на принципах сучасної математики, які дозволяють достатньо строго і однозначно сформулювати правила опису тих чи інших явищ і процесів, які виступають об'єктами досліджень. Систему таких правил називають *алгоритмами*, а порядок їх застосування – *алгоритмізацією*.

2.2 Обмеження і припущення при плануванні і проведенні дослідженнях

При виконанні теоретичних досліджень вельми часто використовують прийоми обмеження області дослідження і можливих припущень.

Типовим прикладом вибору і обґрунтування обмежень при теоретичних дослідженнях є прийом, використаний в роботі [6] при оцінці терміну служби деталей металургійного устаткування. Для визначення функції розподілу термінів служби запропоновано рішення в виду потрійного інтеграла під знаком якого знаходяться щільності ймовірностей характеристик втомної міцності для нормальних законів їх розподілу. При такому підході в якості меж інтегрування зазвичай використовують межі від нуля до нескінченності з тим, щоб охопити всю область можливих значень термінів служби. Однак, при цьому можливе отримання термінів служби, що мають негативні значення, що суперечить фізичному змісту. Тому використовували відоме положення теорії ймовірностей [7] про те, що на нормальній ймовірнісній кривій в «трехсігмових» межах розміщується 99,73% всіх попадань випадкової величини. Сигма-середньоквадратичне відхилення випадкової величини. На підставі цього обґрунтовано обмежили межі інтегрування «трехсігмовими» кордонами, що дозволило довести рішення подвійного інтеграла до стадії, яка застосовується в інженерних розрахунках деталей металургійного обладнання.

Іншим, не менш важливим, прийомом теоретичного дослідження є розумний вибір припущень (виняток несуттєвого) з обґрунтуванням їх можливості. Для цього іноді використовують експериментальні, розрахункові та інші дані.

Так, при проектуванні металургійних машин нового типу важко точно передбачити навантаження, які будуть виникати в процесі роботи нової машини. Експериментальних даних може не вистачити, а розрахунковим способом навантаження визначають з різними припущеннями, що знижує їх достовірність. Дуже важливо при проектуванні машин врахувати всі динамічні явища в ній, обумовлені наявністю масивних деталей, що рухаються зі змінними швидкостями, зазорів і пружних зв'язків між цими деталями. Суттєве значення має усунення зайвих зв'язків в структурній схемі механізму. Оцінка динамічних особливостей роботи реальної машини вимагає використання досить складного математичного апарату, і також не може обійтися без різних припущень.

Окремі вузли і деталі машин проектують на підставі експериментальних або розрахункових даних про навантаження. При цьому складають розрахункові схеми навантаження деталей і визначають напруження в різних перетинах їх або, навпаки, задаючись допустимими напруженнями, визначають розміри перерізів деталей. Ці розрахунки також ведуться з припущеннями і нерівномірно розподілені сили приймають або рівномірно розподіленими, або зосередженими.

Реальні деталі часто мають складну форму і аналітичне визначення напружень в них методами опору матеріалів ускладнено. При розрахунках доводиться спрощувати, ідеалізувати форму таких деталей і залучати складний математичний апарат теорії пружності, який часто дає наближене рішення.

Зі сказаного випливає, що з ростом правильності прийнятих припущень і точності виконаних розрахунків зростають і надійність, і довговічність

металургійних машин.

Питання для самоперевірки

1. Назвіть послідовність етапів виконання теоретичних досліджень.
2. Назвіть критерії подоби.
3. Назвіть і охарактеризуйте основні стадії побудови математичної моделі.