

Практичне заняття 1

Мета і завдання експериментальних досліджень

Мета роботи: розглянути важливість експериментальних досліджень для розвитку промислового виробництва, опанувати термінологію та зміст основних видів проведення експериментальної роботи та основ експериментальної інформатики.

Експериментальні дослідження відіграють дуже важливу роль у процесі пізнання людиною навколишнього світу.

Слово “експеримент” (від лат. *experimentum* – проба, дослід) означає науково поставлений дослід, проведений у цілком певних умовах, що дає змогу стежити за перебігом відповідного процесу та відтворювати його при повторенні цих умов.

Важко переоцінити роль експериментів у будь-якій галузі науки чи техніки. А коли йдеться про екологію чи хімію, то там вони часто є єдиним способом отримання потрібної інформації.

Експеримент – особливий вид діяльності дослідника, здійснюваної ним з метою наукового пізнання (відкриття) певних характеристик об’єктів або систем чи пов’язаних з ними закономірностей. При цьому дослідник діє на об’єкт з допомогою спеціальних методів, інструментів або приладів і може плановірно змінювати і варіювати різні умови, потрібні йому для одержання остаточного результату. Спостерігач – розглядає зовні явище (форму). Експериментатор – заглиблюється в середину і розглядає суть явища.

У наш час без експерименту практично неможлива жодна розробка технічного пристрою чи системи.

Експерименти поділяють на натурні та модельні, активні і пасивні.

У процесі **натурного експерименту** досліджується реальне явище чи процес. Експерименти, як правило, мають на меті уточнити характеристики обладнання, явища, процесу чи реального об’єкта, визначити надійність його роботи в непередбачуваних або аварійних режимах, перевірити правильність теоретичних розрахунків тощо. При цьому враховується весь обсяг факторів, що діють на досліджуваний об’єкт.

Натурний експеримент потребує значних фінансових витрат. Часто його проведення пов’язане з певним ризиком і тому до нього вдаються тільки в найнеобхідніших випадках.

Модельний експеримент здійснюється на модельних установках і дає змогу найповніше вивчити об’єкт і пов’язані з ним процеси. При цьому, на відміну від натурного експерименту, тут є змога проводити дослідження в "чистому" вигляді, тобто ізолювати досліджуване явище від другорядних факторів, що затінують його перебіг. Результати модельних експериментів служать основою для створення математичних моделей і вико-

нання технічних розрахунків.

Модельний експеримент дає змогу багатократно відтворювати хід досліджуваного процесу в строго фіксованих умовах, що під час натурального експерименту здебільшого зробити дуже важко.

Теорія постановки та проведення експерименту докладно розглядається в спеціальній літературі.

Розрізняють два принципи постановки експерименту. **Пасивний експеримент**, у якому розташування точок у факторному просторі ведеться на інтуїтивному рівні. Експериментальні точки розташовуються лише на деяких перетинах простору, що вибрані безсистемно. Це не лише ускладнює обчислювальну процедуру, а й практичне використання математичних моделей. **Активний** експеримент полягає у тому, що розташування точок у міжфакторному просторі алгоритмізовано. Це забезпечує підвищення точності моделі в цілому, скорочення в остаточному підсумку кількості дослідів у 5-10 разів у порівнянні з традиційними методами.

1. Основні означення і терміни експериментальних досліджень

Як обладнання для експерименту використовують:

- вимірювальні прилади (ВП);
- вимірювальну апаратуру (ВА);
- зразок для експерименту (ЗЕ).

Вимірювальні прилади – та частина обладнання, яка сприймає, обчислює, вимірює, спостерігає, записує, зберігає і показує параметри установок і режимів, фіксує значення фізичних величин.

Зразок для експерименту – це об'єкт, який підпадає під дослідження і який, при необхідності, можна замінити іншим. В окремих експериментах його в явному вигляді може й не бути, наприклад, при дослідженні нового способу виробництва чи технології.

Вимірювальна апаратура – сукупність пристроїв, які необхідно мати для проведення експерименту (у тому числі вимірювальні прилади та досліджуваній об'єкт).

План експерименту – це набір інструкцій щодо проведення експерименту, в якому подається послідовність роботи і вказується характер та значення змінних, наводяться рекомендації до виконання повторних експериментів.

Послідовність проведення експерименту – порядок, у якому вносять зміни в роботу ВА.

Реплікація – повторення експерименту. Але це не просто повторення вимірювань, а повернення до попередніх умов після широкої серії досліджень, проведених при різних, відмінних від початкових, параметрах установок.

Змінна – будь-яка варійована фізична величина.

Незалежна змінна – змінна, яка варіюється незалежно від інших змінних.

Залежна змінна – змінна, що змінюється при варіюванні інших змінних.

Зовнішня змінна – та, яка впливає на експеримент, але змінюється випадковим чином і в окремих випадках не контролюється (температура і тиск навколишнього повітря, волога тощо).

Контрольований експеримент – такий, при якому вплив зовнішніх змінних виключається, а незалежні змінні можна встановлювати точно за бажанням експериментатора.

Дані експерименту – будь-яка інформація в символічному вигляді, отримана під час експерименту (фотознімки, цифри, прості відповіді “так – ні”, спектри, сигнали тощо).

Необроблені дані – дані, одержані безпосередньо з приладів.

Оброблені дані – та сама інформація, змінена в результаті виконання над нею певних математичних дій.

2. Основи експериментальної інформатики

До методів експериментальної інформатики відносять: сприйняття, порівняння, відтворення, спостереження, лічбу, контроль, вимірювання, розпізнавання образів, діагностику, ідентифікацію, випробування, експериментальні дослідження, моніторинг.

Сприйняття – відображення найпростіших характеристик навколишнього середовища органами чуття людини або спеціальними технічними засобами (сенсорами, індикаторами) – сигналами, зручними для подальшого використання.

Порівняння – відображення подібності чи відмінності об’єктів логічним висновком. Загальновідомою є теза “Все пізнається в порівнянні”. І справді, цим методом встановлюється насамперед те, що є спільним для ряду об’єктів та явищ і що надалі доцільно зробити предметом більш детального вивчення. Відомо, що більшість матеріальних об’єктів проявляють себе одночасно у двох відношеннях, а саме еквівалентності і порядку. Відповідно і порівняння об’єктів здійснюється за еквівалентністю та за інтенсивністю, тобто за розміром.

Відтворення – створення матеріальних об’єктів, що характеризуються фізичною величиною наперед заданого значення за допомогою спеціального технічного засобу, який називають мірою. Відтворення матеріальних об’єктів із заданими довжиною, площею, об’ємом з’явилося задовго до вимірювань. Давньогрецька математика й геометрія ґрунтувались, як відомо, на цілих числах і звичайних дробах, а також сумірних відрізках, площах та об’ємах. Сумірним відрізком був відрізок, кратний меншому відрізкові – мірі. Операції “вимірювання”, “відважування”, тобто відтво-

рення матеріальних об'єктів, що характеризуються фізичними величинами заданих розмірів, ще у глибокій давнині були найважливішими технологічними операціями у будівництві, торгівлі, землевпорядкуванні.

Спостереження – відображення властивості, залежності, стану або ситуації словесним чи графічним описом. Спостереження є таким методом пізнання, який здійснюється за допомогою як органів чуття людини, так і спеціальних технічних засобів. Спостереження – складова частина всіх експериментальних методів пізнання. Як метод пізнання спостереження має задовольняти такі основні вимоги: планомірність, цілеспрямованість й систематичність.

Лічба – відображення кількісної властивості певної сукупності матеріальних якісно однорідних предметів числом. Для здійснення лічби необхідно розрізняти кожен об'єкт із сукупності об'єктів. Лічба ґрунтується на понятті одиниці. Число – це множина, складена з одиниць.

Вимірювання – відображення вимірюваних величин їхніми значеннями шляхом експерименту та обчислень за допомогою спеціальних технічних засобів. Вимірювання є комплексною інформаційною процедурою, що ґрунтується на використанні щонайменше двох методів пізнання: відтворення і порівняння.

Контроль – відображення відповідності між станом об'єкта і заданою нормою відповідним висновком (наприклад, придатний, непридатний). Підлягає контролю, головним чином, стан предметів виробництва та навколишнього середовища. В техніці переважає контроль фізичних величин та параметрів процесів. Контроль параметрів – відображення співвідношення між контрольованим параметром та нормою.

Ідентифікація – відображення залежності між величинами, що характеризують матеріальний об'єкт, математичною або логічною моделлю. Ідентифікацію розпочинають із визначення типу моделі об'єкта, що відображає залежність між його параметрами, після чого визначають основні параметри моделі, ступінь, точність і вірогідність оцінювання.

Діагностика – відображення загального стану об'єкта та причин цього стану діагнозом із зазначенням особливостей стану і локалізацією відхилень від норм.

Розпізнавання об'єктів – відображення даного об'єкта за сукупністю його властивостей одним із класів множини цих об'єктів. Розпізнавання об'єктів проводиться шляхом сприйняття їхніх характеристик, порівняння й аналізу на основі попередньої класифікації даної множини об'єктів.

Випробування – відображення стану досліджуваного об'єкта під час дії на нього сукупності регламентованих факторів сертифікатом.

Експериментальні дослідження – відображення складного матеріального об'єкта або ситуації, що характеризується сукупністю взаємопов'язаних величин, системою відповідних моделей.

Важливе місце серед експериментальних методів пізнання займають

вимірювання, за допомогою яких отримують необхідну кількісну та якісну інформацію.

3. Етапи експерименту

Незважаючи на величезну різноманітність експериментів, можна подати загальний план їх підготовки та проведення, які містять у собі такі основні взаємопов'язані етапи:

- 1) *літературний огляд*, патентний пошук, Інтернет-пошук. Переконатися, що людство до Вас аналогічну задачу ще не розв'язало;
- 2) *визначення мети та завдань експерименту*; останні в найзагальнішому випадку можуть бути зведені до таких:
 - а) перевірка передбачення теорії;
 - б) перевірка правильності розрахунку якоїсь фізичної величини, що характеризує параметр обладнання чи процесу, який відбувається в ньому;
 - в) дослідження взаємозв'язку певних змінних, дістати які за розрахунками дуже важко, та експертного зразка (об'єкта контролю чи вимірювань);
- 3) *вибір об'єкта дослідження*, при якому зумовлюються не тільки вид досліджуваного об'єкта, але й те, в якому вигляді – натуральному чи модельованому – мають подаватися в експерименті його параметри, які з них будуть вхідними, а які – вихідними, які змінюються в процесі експерименту, а які будуть сталими. Ретельність підготовки зразкового або робочого засобів вимірювань;
- 4) *теоретична підготовка експерименту*. У процесі проведення експериментальних досліджень, щоб перевірити передбачення теорії, необхідно проаналізувати її та виявити “критичні” точки, в яких вона найбільш різко розбігається з існуючими поглядами на явища та процеси, межі досліджень.

Якщо перевіряється правильність розрахунку, то визначаються теоретично можливі способи безпосереднього вимірювання штучної величини з максимальною точністю, або той факт, чи можна її обчислити через інші вимірювані величини. При цьому необхідно пам'ятати, що непряме знаходження величини пов'язане з більшою похибкою, ніж пряме її вимірювання, а також про те, що окремі математичні залежності справджуються тільки за певних умов, яких слід суворо дотримуватись в ході експерименту.

При дослідженні взаємозв'язків, змінних на цьому етапі, теоретично встановлюються найпростіші й однозначні залежності, які можна перевірити в процесі експерименту з мінімальними затратами часу і з допомогою мінімальної кількості апаратури, особливо нестандартної.

На цьому етапі з'ясовують, що і яким способом треба вимірювати, якими мають бути чутливість і точність вимірювальних приладів та обладнання, перевіряють можливість використання серійних приладів (**приладне оснащення експерименту**). Цей етап включає в себе проектування або вибір вимірювальної апаратури, в тому числі зразка для експерименту,

спеціальних дослідницьких стендів, вибір конкретних вимірювальних приладів (в разі їх відсутності – проектування спеціальних приладів), розрахунок схем увімкнення, забезпечення обліку зовнішнього впливу на апаратуру і вимірювальний об'єкт (зразок) тощо; виготовлення, монтаж, і **налагодження вимірювальної апаратури**, встановлення, перевірки. Математична теорія планування експериментів базується на використанні положень математичної статистики та кібернетики. Вона застосовується для систем будь-якої складності; **проведення експерименту** за відповідним алгоритмом і методиками, розробленими (спланованими) раніше.

Розглянемо деякі поняття та означення математичної **теорії планування експериментів**. Будь-який експеримент можна подати як відповідну систему операцій, спрямованих на отримання потрібної інформації про досліджуваний об'єкт.

Змінна величина, яка так чи інакше впливає на результати експерименту, називається **фактором**. **Рівнем фактора** називають його фіксовані значення, які відраховуються від початку відліку.

Простір, координатні осі якого відповідають значенню факторів, називають **факторним простором**. Та область факторного простору, де розміщені точки, які відповідають умовам проведення експерименту, називають **областю експериментування**. Спостережувана випадкова величина, яка за припущенням залежить від факторів і являє собою їх відгук, називається **функцією відгуку**. Геометричне подання функції відгуку у факторному просторі є **поверхнею відгуку**.

Розрізняють **основні** та **випадкові** фактори.

Якщо в експерименті виявляється залежність функції у тільки від одного фактора x , то такий експеримент називається **однофакторним**. Якщо така залежність обумовлюється більшою кількістю факторів, то експеримент буде **багатофакторним**.

4. Питання самостійного контролю.

1. Дайте визначення та мету виконання експериментів.
2. Основні ознаки натурального експерименту.
3. Що відрізняє модельний експеримент від натурального?
4. Два принципи постановки експерименту: пасивного та активного, їх відмінності, позитивні та негативні риси.
5. Методи та ознаки експериментальної інформатики: сприйняття, порівняння, відтворення, спостереження, лічба, контроль, вимірювання, розпізнавання образів, діагностика, ідентифікація, випробування, експериментальні дослідження, моніторинг?
6. Які основні етапи виконання експериментів?
7. Поняття та означення математичної теорії планування експеримен-

тів: фактор; рівень фактора; факторний простір; область експериментування; функція відгуку, основні та випадкові фактори, однофакторний та багатофакторний експеримент?