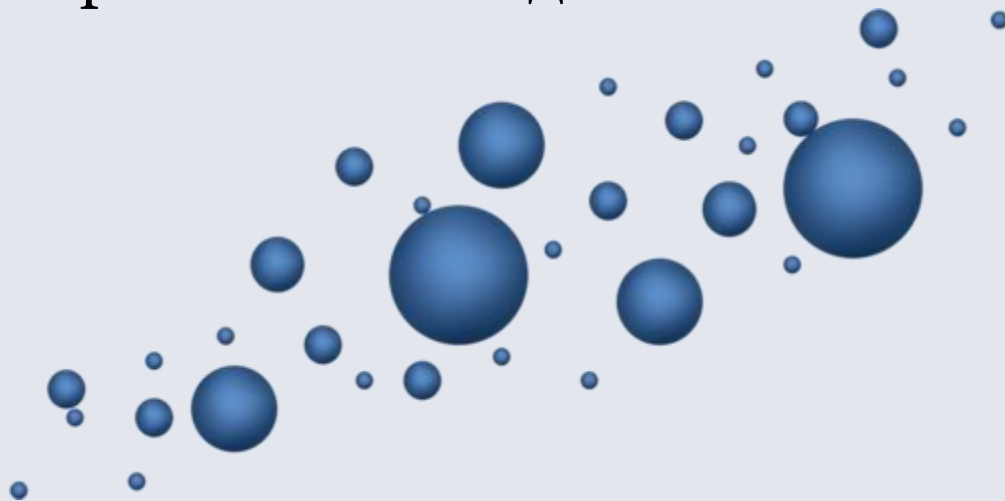


Лекція 7 Методи обробки й аналізу експериментальних даних



Після встановлення методики знаходять обсяг і трудомісткість експериментальних досліджень, які залежать від глибини теоретичних розробок, ступеня точності прийнятих засобів вимірів.

Чим чіткіше сформульована теоретична частина дослідження, тим менше обсяг експерименту.

ОБРОБКА РЕЗУЛЬТАТІВ ЕКСПЕРИМЕНТУ

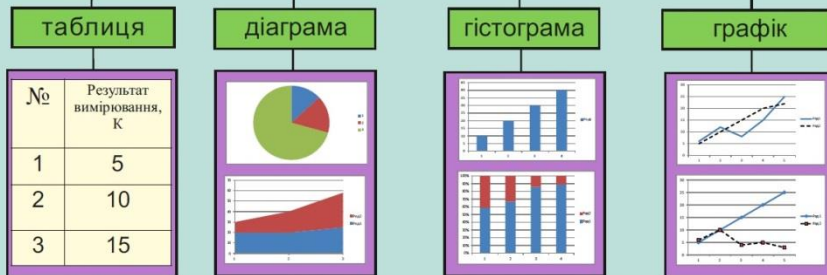
Використання методів обробки результатів експерименту

Використані методи обробки результатів:

- систематизація всіх цифр, їх класифікація та аналіз;
- оформлення таблиць, графіків, номограм, які відображають результати експериментів;
- розраховані абсолютна та відносна похибка вимірювань.

Методи обробки результатів експерименту - це способи математичного та графічного викладення результатів експерименту

Засоби представлення результатів експерименту



Похибки вимірювань

Абсолютна похибка

Абсолютна похибка - це різниця між вимірним А (тим, що знайдено в результаті вимірювання) та дійсним Ах значенням вимірюваної величини:

$$A_p = A - A_x.$$

де A_p - величина абсолютної похибки;
 A - вимірне значення величини;
 A_x - дійсне значення вимірюваної величини яке визначено при алгебраїчному додаванні показань приладу до поправки.
Поправка - це похибка приладу, взята з протилежним знаком.

Відносна похибка

Відносна похибка - це відношення абсолютної похибки до дійсного значення, виражене у відсотках:

$$B = (A_p / A_x) * 100;$$

де A_p - величина абсолютної похибки;
 A_x - дійсне значення вимірюваної величини.

Можливі три випадки проведення експерименту.

Перший — теоретично отримана аналітична залежність, що однозначно визначає досліджуваний процес. У цьому випадку обсяг експерименту для підтвердження даної залежності мінімальний, оскільки функція однозначно визначається експериментальними даними. Тут можна з успіхом застосувати метод графічного зображення функції.

Другий випадок — теоретичним шляхом установлений лише характер залежності. У цьому випадку задане сімейство кривих.

Експериментальним шляхом необхідно визначити коефіцієнти a й k . При цьому обсяг експерименту зростає. У цьому випадку застосовують метод підбору емпіричних формул.

Третій випадок — теоретично не вдалося одержати яких-небудь залежностей. Розроблені лише припущення про якісні закономірності процесу. У багатьох випадках доцільний пошуковий експеримент. Обсяг експериментальних робіт різко зростає. Тут доречний **метод** математичного планування експерименту.

Особливе місце відведене **аналізу експерименту** — завершальної частини, на основі якої роблять висновки про підтвердження **гіпотези** наукового **дослідження**. **Аналіз експерименту** — це творча частина дослідження. Іноді за цифрами важко чітко представити фізичну сутність процесу. Тому потрібно особливо ретельне зіставлення фактів, причин, що обумовлюють хід того або іншого процесу й установлення адекватності гіпотези й експерименту.

При обробці результатів вимірів і спостережень широко використовують **методи графічного зображення**. Графічне зображення дає найбільш наочне подання про результати експериментів, дозволяє краще зрозуміти фізичну сутність досліджуваного процесу, виявити загальний характер функціональної залежності досліджуваних змінних величин, установити наявність максимуму або мінімуму функції.

Для графічного зображення результатів вимірів (спостережень), як правило, застосовують систему прямокутних координат. Перш ніж будувати графік, необхідно знати хід (характер протікання) досліджуваного **явища**. Якісні закономірності й форма графіка експериментаторові орієнтовно відомі з теоретичних **досліджень**.

Крапки на графіку необхідно з'єднувати плановою лінією так, щоб вони по можливості ближче проходили до всіх експериментальних крапок. Якщо з'єднати крапки прямими відрізками, то одержимо ламану криву. Вона характеризує зміну функції за даними експериментів. Звичайно функції мають плавний характер. Тому при графічному зображенні результатів вимірів варто проводити між крапками плавні криві.

Різке скривлення графіка пояснюється погрішностями вимірів.

При графічному зображенні результатів експериментів велику роль грає вибір системи координат або координатної сітки.

Координатні сітки бувають рівномірними й нерівномірними. У рівномірних координатних сітках **ординати** й **абсциси** мають рівномірну шкалу. Наприклад, у системі прямокутних координат довжина одиничних відрізків, що відкладають, на обох осях однакова.

З нерівномірних координатних сіток найпоширеніші напівлогарифмічні, логарифмічні, імовірнісні.

Напівлогарифмічна сітка має рівномірну ординату й логарифмічну абсцису.

Логарифмічна координатна сітка має обидві осі логарифмічні; імовірнісна - ординату, звичайно рівномірну, і абсцису - імовірнісну шкалу.

Призначення нерівномірних сіток різне. Частіше їх застосовують для більше наочного зображення функцій. Так, багато криволінійних функцій спрямляють на логарифмічних сітках. Імовірнісна сітка застосовується в різних випадках: при обробці вимірів для оцінки їхньої точності, при визначенні розрахункових характеристик.

Велике значення має вибір **масштабу графіка**, що пов'язане з розмірами креслення й відповідно з точністю значень величин, що знімають із нього. Відомо, що чим крупніше масштаб, тим вище точність вимірювань. Однак, як правило, графіки не перевищують розмірів 20x15 см, що є зручним при складанні звітів.

Масштаб по координатних осях звичайно застосовують різний. Від його вибору залежить форма графіка - він може бути плоским (вузьким) або витягнутим (широким) уздовж осі.

Розрахункові графіки, що мають максимум (мінімум) функції або який-небудь складний вид, особливо ретельно необхідно вичерчувати в зонах вигину. На таких ділянках кількість крапок для креслення графіка повинне бути значно більше, ніж на головних ділянках.

У деяких випадках будують **номограми**, що істотно полегшують застосування для систематичних розрахунків складних теоретичних або емпіричних формул у певних межах виміру величин. Номограммовані можуть бути будь-які алгебраїчні вираження. У результаті складні математичні вираження можна вирішувати порівняно просто графічними методами. Побудова номограм — трудомістка операція. Однак, будучи раз побудованою, номограма може бути використана для знаходження кожної зі змінних, вхідних у номограммоване рівняння. Застосування ЕОМ істотно знижує трудомісткість номограммування.

Існує кілька методів побудови номограм. Для цього застосовують рівномірні або нерівномірні координатні сітки. У системі прямокутних координат функції в більшості випадків на номограмах мають криволінійну форму. Це збільшує трудомісткість, оскільки потрібне велика кількість крапок для нанесення однієї кривої. У логарифмічних координатних сітках функції мають прямокутну форму й складання номограм спрощується.

Кожному значенню функції y , ..., y_n відповідає певне значення аргументу x_1, x_2, \dots, x_k .

На основі експериментальних даних можна підібрати алгебраїчні вираження, які називають **емпіричними формулами**. Такі формули підбирають лише в межах обмірюваних значень аргументу $x_1 \dots x_n$. Емпіричні формули мають тим більшу цінність, чим більше вони відповідають результатам **експерименту**.

Необхідність у підборі емпіричних формул виникає в багатьох випадках. Так, якщо аналітичне вираження (3) складне, вимагає громіздких обчислень, складання програм для ЕОМ, те часто ефективніше

користуватися спрощеною наближеною емпіричною формулою. Досвід показує, що емпіричні формули бувають незамінні для аналізу обмірюваних величин. До емпіричних формул пред'являють дві основних вимоги - по можливості вони повинні бути найбільш простими й точно відповідати експериментальним даним у межах зміни аргументу.

Таким чином, емпіричні формули є наближеними вираженнями аналітичних. Заміну точних аналітичних виражень наближеними, більше простими, називають апроксимацією, а функції - апроксимуючими.

Процес підбора емпіричних формул складається із двох етапів. На першому етапі дані вимірів наносять на сітку прямокутних координат, з'єднують експериментальні крапки плавної кривої й вибирають орієнтовно вид формули. На другому етапі обчислюють параметри формул, які щонайкраще відповідали б прийнятій формулі.

Підбор емпіричних формул необхідно починати з найпростіших виражень.

Криві, побудовані по експериментальних крапках, вирівнюють відомими в статистику методами. Наприклад, методом вирівнювання, що полягає в тім, що криву, побудовану по експериментальних крапках, представляють лінійною функцією. Для знаходження параметрів заданих рівнянь часто застосовують метод середніх і метод найменших квадратів.

Більш докладно з **методикою** підбора емпіричних формул ви ознайомитеся на практичних заняттях.

Для **дослідження** закономірностей між явищами (процесами), які залежать від багатьох, іноді невідомих факторів, застосовують **регресійний аналіз**.

https://elib.tsatu.edu.ua/dep/mtf/ophv_12/page10.html