Лекція № 9

Обробка експериментальних даних при прямих вимірюваннях

*Питання, що виносяться на лекцію: Попередня обробка результатів вимірювань. Методика обробки результатів прямих одноразових вимірювань. Методика обробки результатів прямих рівноточних багаторазових вимірювань. Методика обробки результатів прямих нерівноточних вимірювань.*

**9.1.ОБРОБКА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДАНИХ**

**ПРИ ПРЯМИХ ВИМІРЮВАННЯХ**

***Пряме вимірювання*** — [вимірювання](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%B8%D0%BC%D1%96%D1%80%D1%8E%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F%22%20%5Co%20%22%D0%92%D0%B8%D0%BC%D1%96%D1%80%D1%8E%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F) однієї величини, значення якої знаходять безпосередньо без перетворення її роду. Прямими називаються такі вимірювання, результат одержують безпосередньо за експериментальними даними (вимірювання [довжини](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%BE%D0%B2%D0%B6%D0%B8%D0%BD%D0%B0%22%20%5Co%20%22%D0%94%D0%BE%D0%B2%D0%B6%D0%B8%D0%BD%D0%B0) [лінійкою](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D1%96%D0%BD%D1%96%D0%B9%D0%BA%D0%B0%22%20%5Co%20%22%D0%9B%D1%96%D0%BD%D1%96%D0%B9%D0%BA%D0%B0), вимірювання [температури](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B5%D0%BC%D0%BF%D0%B5%D1%80%D0%B0%D1%82%D1%83%D1%80%D0%B0%22%20%5Co%20%22%D0%A2%D0%B5%D0%BC%D0%BF%D0%B5%D1%80%D0%B0%D1%82%D1%83%D1%80%D0%B0) [термометром](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B5%D1%80%D0%BC%D0%BE%D0%BC%D0%B5%D1%82%D1%80), вимірювання тиску [манометром](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B0%D0%BD%D0%BE%D0%BC%D0%B5%D1%82%D1%80)). Прямі вимірювання найпростіші і найпоширеніші у промисловості.

Законодавчо, пряме вимірювання визначається як вимірювання, при якому шукане значення величини визначається безпосередньо з результатів досліду.

**9.2 Методика обробки результатів прямих одноразових вимірювань**

При одноразовому вимірі похибку його результату вирахувати неможливо, так як невідоме справжнє значення вимірюваної величини. Судити про точність результату можна тільки на підставі нормованих метрологічних характеристик використаних засобів вимірювань.

**9.3 Методика обробки результатів прямих рівноточних багаторазових вимірювань**

Статистична обробка експериментальних виборок виконується в такій послідовності:

• виключити (або зменшити) систематичні складові похибки з результатів спостережень одним з відомих способів: введення поправок, заміщення, компенсації, протиставлення;

• перевірити відповідність експериментального закону розподілу теоретичному, нормальному (аналітичним або графоаналітичним способом). Для випадку, коли можна припускати, що дана вибірка є частиною генеральної сукупності, розподіленої за нормальним законом, обробка продовжується;

• обчислити найбільш ймовірне значення шуканої величини як середнє арифметичне вибірки



• обчислити середньоквадратичне відхилення ***s*** результату спостереження за формулою



або за формулою Бесселя



або за формулою Петерса для спрощеного обчислення середньоквадратичного відхилення



а для точних розрахунків, що враховують обмеженість числа дослідів, за формулою



Значення коефіцієнта Mk наведені в літературі;

• при підозрі анормальності деякого результату спостереження xk, який помітно відрізняється від інших у вибірці, обчислити показник анормальності для цього результату



Після цього зіставити значення показника Vk з табличною величиною β для даного обсягу вибірки і прийнятої ймовірності γ. Якщо підозри підтвердяться (критерієм анормальну є умова Vk *≥* β), цей результат спостереження повинен бути з вибірки виключений, а значення  і s обчислені заново (для цієї ж вибірки, але без xk);

• обчислити коефіцієнт варіації v для даної вибірки

*v = 100 s/**, %;*

• обчислити середньоквадратичне відхилення результату вимірювання

******

• обчислити довірчі межі ε випадкової складової похибки загального результату вимірювання

*xн =* *- ε; xв =*  *+ ε,*

де  ***,***

*tγ* ***-*** коефіцієнт довіри, значення якого наведені в залежності від числа ступенів свободи k = n – 1 и ***γ*** /4/,

*γ*  - двостороння довірча імовірність.

Зазвичай для технічних розрахунків обчислення довірчих меж проводиться з довірчою ймовірністю рівною γ = 0,95, в окремих випадках, коли експеримент неможливо повторити, приймають γ = 0,99 і тільки в особливо відповідальних випадках, коли результати експерименту впливають на життя і здоров'я людей, допускається приймати γ = 0,999;

• обчислити довірчі межі загальної похибки результату вимірювання. Якщо довірчі межі невиключених залишків систематичної складової похибки результату вимірювання близькі до нуля, можна прийняти

*Δ A ≈ ε;*

* записати результат прямого вимірювання у вигляді

*x = A ± Δ A; γ* = *0,95,*

де *А* – найбільш імовірне значення результату вимірювання (*A ≈* );

 *Δ A* – довірча межа похибки вимірювання.

**9.4 Методика обробки результатів прямих нерівноточних вимірювань**

Нерівноточні результати вимірювань можуть виникнути у випадках, якщо фізична величина вимірювалася засобами вимірювань:

• різної точності;

• однакової точності, але при різному числі вимірювань;

• однакової точності і при однаковому числі вимірювань, але в різних умовах.

Завдання обробки нерівноточних вимірювань полягає у визначенні достовірного значення вимірюваної величини та оцінці відтворюваності вимірів.

**Література до лекції:**

1. [Поліщук Є.С.](http://wiki.lp.edu.ua/wiki/%D0%9F%D0%BE%D0%BB%D1%96%D1%89%D1%83%D0%BA_%D0%84%D0%B2%D0%B3%D0%B5%D0%BD_%D0%A1%D1%82%D0%B5%D0%BF%D0%B0%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D1%87), Дорожовець М.М., Яцук В.О. та ін. Метрологія та вимірювальна техніка: Підручник. /За ред. [Є.С.Поліщука](http://wiki.lp.edu.ua/wiki/%D0%9F%D0%BE%D0%BB%D1%96%D1%89%D1%83%D0%BA_%D0%84%D0%B2%D0%B3%D0%B5%D0%BD_%D0%A1%D1%82%D0%B5%D0%BF%D0%B0%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D1%87%22%20%5Co%20%22%D0%9F%D0%BE%D0%BB%D1%96%D1%89%D1%83%D0%BA%20%D0%84%D0%B2%D0%B3%D0%B5%D0%BD%20%D0%A1%D1%82%D0%B5%D0%BF%D0%B0%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D1%87). Львів.: Видавництво «Бескид Біт», 2003. —544с.
2. Дорожовець М., [Б. Стадник](http://wiki.lp.edu.ua/wiki/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D0%B4%D0%BD%D0%B8%D0%BA_%D0%91%D0%BE%D0%B3%D0%B4%D0%B0%D0%BD_%D0%86%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D1%87), [В. Мотало](http://wiki.lp.edu.ua/wiki/%D0%9C%D0%BE%D1%82%D0%B0%D0%BB%D0%BE_%D0%92%D0%B0%D1%81%D0%B8%D0%BB%D1%8C_%D0%9F%D0%B5%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D1%87), [В. Василюк](http://wiki.lp.edu.ua/wiki/%D0%92%D0%B0%D1%81%D0%B8%D0%BB%D1%8E%D0%BA_%D0%90%D0%BD%D0%B4%D1%80%D1%96%D0%B9_%D0%A1%D1%82%D0%B5%D0%BF%D0%B0%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D1%87), А. Ковальчик,Р. Борек: Основи метрології. Підручник для студентів . Основи метрології і вимірювальна техніка. Том 1.[Видавництво НУ «Львівська політехніка»](http://wiki.lp.edu.ua/wiki/%D0%92%D0%B8%D0%B4%D0%B0%D0%B2%D0%BD%D0%B8%D1%86%D1%82%D0%B2%D0%BE_%D0%9B%D1%8C%D0%B2%D1%96%D0%B2%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%BE%D1%97_%D0%BF%D0%BE%D0%BB%D1%96%D1%82%D0%B5%D1%85%D0%BD%D1%96%D0%BA%D0%B8), Львів,2005.-532 с.

***Контрольні питання.***

*1. Як визначити найбільш ймовірне значення, середньоквадратичне відхилення результату спостереження?*

*2. Як перевірити підозрілий результат на промах?*

*3. Як обчислити довірчі межі випадкової складової похибки загального результату вимірювання?*