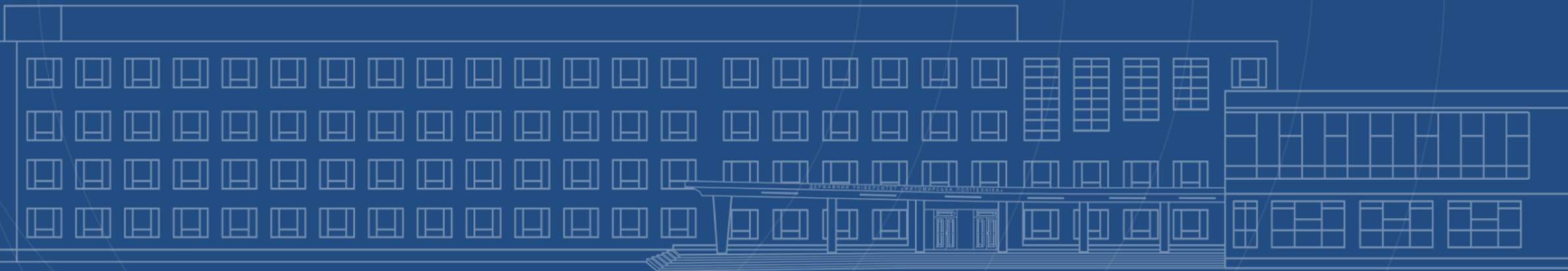


Факультет комп'ютерно-інтегрованих технологій, мехатроніки і робототехніки  
Кафедра метрології та інформаційно-виміральної техніки

# Лекція 9

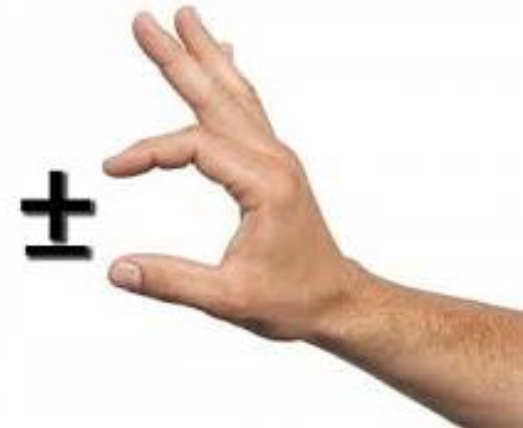
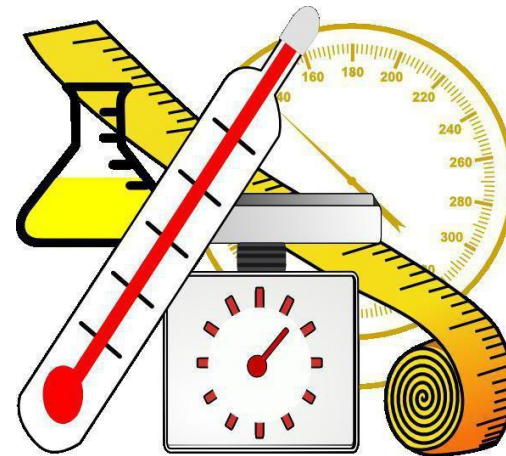
## Тема: Похибки вимірювань



## Лекція 9

# Тема: Похибки вимірювань

1. Вимірювання – цілеспрямований процес.
2. Точність результату вимірювань.
3. Достовірність результату вимірювань.
4. Види похибок вимірювань.



# 1. Вимірювання – цілеспрямований процес

В даний час, вимірювання є майже неодмінною складовою частиною будь-якого процесу в діяльності людини, від дуже складного, до дуже простого. Але для вимірювань характерно те, що ніколи вони не є завершальною частиною будь-якого процесу діяльності.

Вимірювання саме по собі є процесом, завершальним етапом якого є «результат вимірювання».

*А за результат вимірювання обов'язково слід вважати дію, навіть тоді, коли вимірювання є складовою частиною дії (або роботи) автоматичної установки. Іноді ця дія, здається бездіяльною.*

Людина, вимірявши температуру у дитини, нічого далі не робить, оскільки температура виявилася нормальною. Але це не бездіяльність, так як перед людиною стояла альтернатива: або дати дитині ліки, або викликати лікаря, або нічого не робити. Результат вимірювання підказав останнє - «дія». Так і в автоматичній установці: якщо результат вимірювань говорить про те, що все «в нормі», установка продовжує роботу без зміни режиму, ритму.

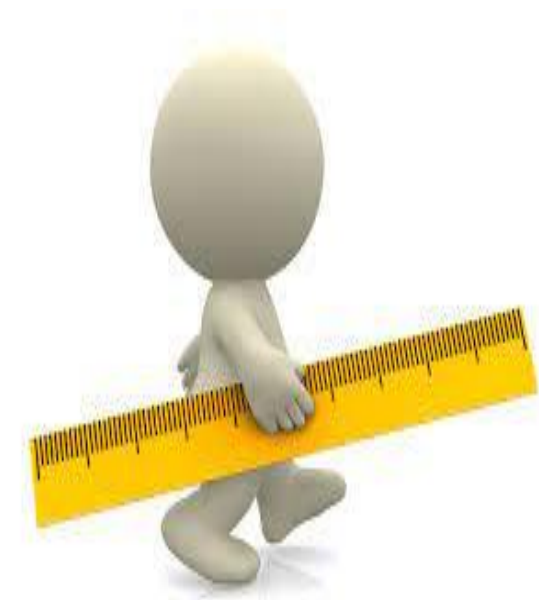


- Ніколи вимірювання не проводять заради самих вимірювань. Вимірювання завжди підпорядковані якоюсь метою. У цьому сенсі, вимір - підлеглий, допоміжний процес, але це ні в якій мірі не применшує його значення.
- Наслідком підпорядкованості вимірювання є те, що значення або значимість результату вимірювання визначається тією метою, заради якої вимір проводиться.

• В одних випадках результат вимірювань має невелике значення, в інших результат вимірювання грає виключно велику роль: від нього може залежати відкриття, що знаменує нову епоху в науці, від нього може залежати і життя людини.

Діапазон значущості цілей, заради яких проводяться вимірювання, визначає діапазон вимог, що пред'являються до результатів вимірювань, до «якості» цих результатів.

*Основними характеристиками якості результату вимірювання є точність і достовірність, або краще сказати, ступінь довіри, який цей результат заслуговує.*

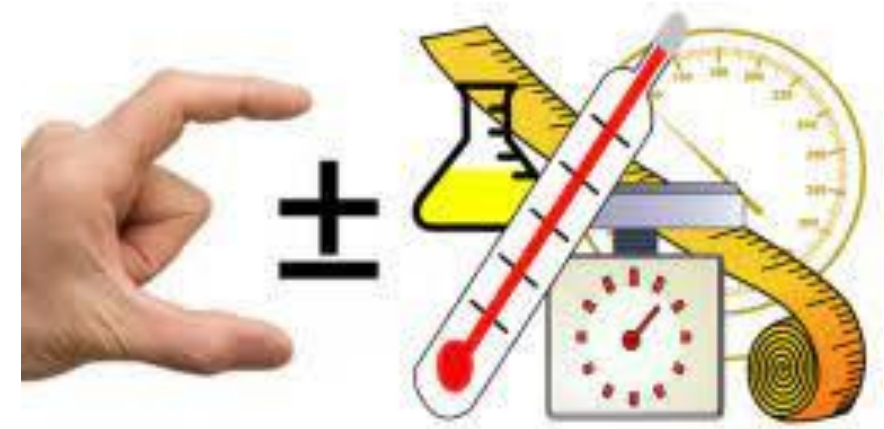


# 2. Точність результату вимірювань

Раніше ми вже познайомилися з тим, що, кажучи про точність, ми завжди маємо на увазі неточності, які прийнято називати *похибками*.

*Прагнучи підвищити точність результату вимірювання, ми прагнемо зменшити його неточності, похибки, як можна ближче підійти до істинного значення вимірюваної величини.*

Ці похибки є наслідком багатьох причин. У числі цих причин можна назвати недосконалість засобів вимірювань, недосконалість методів вимірювань, недостатню старанність проведення та обробки результатів вимірювань операторами (особами, які проводять вимірювання), вплив зовнішніх факторів (змінних і постійних). Для зменшення похибок необхідно усувати або зменшувати вплив кожної з причин їх появи.



- *Стан сучасної вимірювальної техніки, теорії вимірювань та методів обробки результатів дозволяють досягати дуже великої точності результату вимірювання. Однак шляхи підвищення точності складні, в багатьох випадках вони трудомісткі і вимагають тривалого часу. Тому, думка про те, що чим точніше вимір - тим краще, для багатьох випадків - не виправдано. Рівень точності, до якого слід прагнути, визначається критерієм доцільності. Доцільна точність визначається конкретними умовами і метою вимірювання.*
- Наприклад, при вимірюванні деякої величини, розмір якої схильний до дуже великих коливань, може бути поставлена мета визначити наближено її розмір. Очевидно, в цьому випадку недоцільно прагнути того, щоб похибка вимірювання була менше можливих коливань розміру. Але може бути поставлена і інша мета - вивчити ці коливання. Мабуть, в цьому випадку необхідно підвищити точність вимірювання настільки, щоб похибки виявилися набагато меншими за розміри коливань. Коли ми підходимо до кордонів наших знань, точність вимірювання вказується чинником, що обмежує подальше їх поглиблення.
- **Світ пізнаваний, але можливості його пізнання безмежні. Також безмежні вимоги до точності вимірювання, необхідної для розширення наших знань про світ.**



# 3. Достовірність результату вимірювань

Як би ретельно ми не проводили вимірювання, які б точні засоби вимірювання не застосовували, якими б методами і прийомами виміру не користувалися, ми ніколи не можемо дізнатися істинного значення вимірюваної величини. При проведенні повторних вимірів з найбільшою ретельністю, ми кожен раз отримуємо дещо різні результати.

*Виникає питання, який же результат найбільш близький до істинного.*

Кожен з результатів містить якусь похибку, яку можна виразити таким рівнянням:

$$\delta_i = x_i - A \quad 9.1$$

- де,  $\delta_i$  - похибка результату  $i$ -го вимірювання;
- $i$  - умовне позначення номера вимірювання;
- $x_i$  - результат вимірювання у вигляді числового значення вимірюваної величини, отриманий під час вимірювання;
- $A$  - істинне значення вимірюваної величини.



Так, як істинне значення вимірюваної величини залишається невідомим, а при уточненні вимірювань ми тільки асимптотично наближаємося до нього, то і числове значення похибки також залишається нам невідомим.

Теорія ймовірностей дала метод оцінки ступеня наближення результату вимірювання до істинного значення вимірюваної величини. Вона навчила нас оцінювати ймовірні межі похибок, за яких вони не виходять. Оцінка ця дається не з безумовною 100%-ою достовірністю, а дещо меншою.

Достовірність вимірювань характеризує ступінь довіри до результатів вимірювань. Достовірність оцінки похибок визначають, використовуючи закони теорії ймовірностей і прийоми математичної статистики. Все це дає можливість для кожного конкретного випадку вибирати засоби і методи вимірювання, що забезпечують отримання результату, похибки якого не перевищують заданих кордонів з необхідною достовірністю.

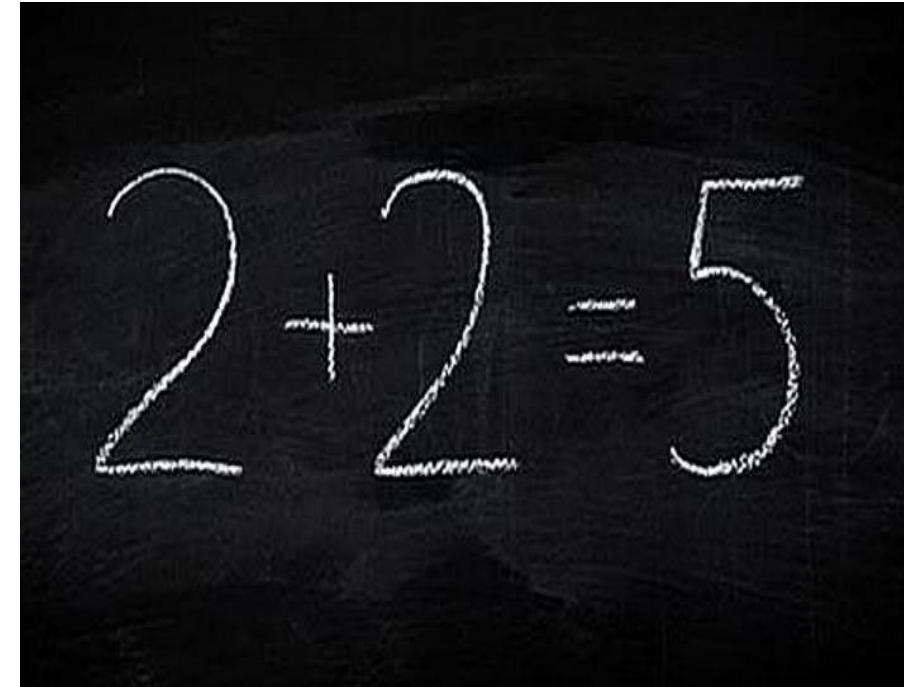


# 4. Види похибок вимірювань

Похибки вимірювань, щодо характеру і причин їх появи ділять на систематичні і випадкові.

Крім того в процесі вимірювання можуть з'явитися дуже великі (грубі) похибки і можуть бути допущені промахи. І ті, і інші, як правило, відкидаються, і при обробці результатів вимірювань не враховуються.

- Систематичними називають похибки, що залишаються постійними або змінюються за певним законом при повторних вимірах однієї і тієї ж величини.
- Вони можуть бути вивчені, і результат вимірювання може бути уточнений або шляхом внесення поправок, якщо числові значення цих похибок визначено, або шляхом застосування таких способів вимірювання, які дають можливість виключити вплив систематичних похибок без їх визначення.
- Результати вимірювання тим ближче до істинного значення вимірюваної величини, чим менше залишилися не виключеними систематичні похибки. Наприклад, при зважуванні товарів використовують гирі, які мають ту чи іншу похибку. Цю похибку визначають при повірці гир, однак поправок на цю похибку при зважуванні більшості товарів не вводять. Отже, систематичні похибки допускаються.
- Завдяки повірці, ми знаємо, що ці похибки не перевищують певної межі, яка може бути допущена для даного товару, беручи до уваги його не високу цінність. Для зважування більш цінних товарів застосовують гирі з меншими похибками, а для ще більш цінних вводять поправки.



Випадковими називають похибки, що змінюються випадковим чином при повторних вимірюваннях однієї і тієї ж величини.

Дійсно, проводячи з усією ретельністю повторні вимірювання, ми виявляємо нерегулярні розбіжності результатів вимірювань, зазвичай в останніх двох-трьох значущих цифрах. Випадкові похибки не можуть бути виключені з результатів вимірювань, як систематичні похибки. Однак при проведенні повторних вимірів деякого числа, теорія ймовірностей і математична статистика дозволяють дещо уточнити результат, тобто, знайти значення вимірюваної величини, більш близьке до істинного, ніж результат одного вимірювання.

*Промахами і грубими похибками називають похибки, істотно перевищуючі виправдовувані об'єктивними умовами вимірювань, систематичні або випадкові похибки.*

Як правило, результати вимірювань, що містять промах, не беруться до уваги. Причинами промахів зазвичай є помилки спостерігача. Причинами грубих похибок можуть бути несправність вимірювальної апаратури, різка зміна умов вимірювань і інші випадкові чинники. Виявити промах буває не завжди легко, особливо при одиничному вимірі. Крім того, результат промаху виявляється іноді таким, що буває важко вирішити, чи є це промахом або великою випадковою похибкою.