

**МІНІСТЕРСТВО ВНУТРІШНІХ СПРАВ УКРАЇНИ  
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ВНУТРІШНІХ СПРАВ  
КРЕМЕНЧУЦЬКИЙ ЛЬОТНИЙ КОЛЕДЖ**

**Циклова комісія природничих дисциплін**

## **ТЕКСТ ЛЕКЦІЇ**

з навчальної дисципліни «Метрологія та стандартизація»  
обов'язкових компонент  
освітньо-професійної програми  
першого (бакалаврського) рівня вищої освіти  
**Технічне обслуговування та ремонт повітряних суден і авіадвигунів**

**за темою - Вимірювання фізичних величин. Основні поняття та  
характеристики вимірювань**

**Вінниця 2023**

**ЗАТВЕРДЖЕНО**

Науково-методичною радою  
Харківського національного  
університету внутрішніх справ  
Протокол від 30.08.2023 № 7

**СХВАЛЕНО**

Методичною радою Кременчуцького  
льотного коледжу Харківського  
національного університету  
внутрішніх справ  
Протокол від 28.08.2023 № 1

**ПОГОДЖЕНО**

Секцією науково-методичної ради  
ХНУВС з технічних дисциплін  
Протокол від 29.08.2023 № 7

Розглянуто на засіданні циклової комісії природничих дисциплін, протокол від  
28.08.2023 № 1

***Розробник:** викладач циклової комісії природничих дисциплін, спеціаліст вищої  
категорії, викладач-методист Грибанова С.А.*

***Рецензенти:***

*1. Доцент кафедри автомобілів та тракторів Кременчуцького національного  
університету імені Михайла Остроградського, кандидат технічних наук,  
доцент Черниш А.А.*

*2. Начальник відділу організації наукової роботи та гендерних питань, к.т.н.,  
спеціаліст вищої категорії, викладач-методист Владов С.І.*

### План лекції

1. Методи вимірювань. Однократні, багатократні, статичні, динамічні вимірювання. Прямі, непрямі, сукупні та комбіновані вимірювання.

### Рекомендована література:

#### Основна

1. Баль-Прилипко Л.В., Слободянюк Н.М., Поліщук Г.Є. та ін. Стандартизація, метрологія, сертифікація та управління якістю: Підручник. - К.: ЦП "Компринт" - 2017. - 573 с.

2. Салухіна Н. Г., Язвінська О. М. Стандартизація та сертифікація товарів та послуг. – К.: Центр навчальної літератури, 2019. – 426 с.

3. Сукач М. К. Основи стандартизації. – К.: Ліра, 2017. – 324 с.

4. Основи метрології та засоби вимірювань: Навч. посіб. /Д. М. Нестерчук, С. О. Квітка, С. В. Галько. – Мелітополь: Видавничо-поліграфічний центр «Люкс», 2017. – 256 с.

#### Додаткова

5. Закон України «Про стандартизацію» // Урядовий кур'єр, № 108, від 20 червня 2001 р.

6. Основи стандартизації та сертифікації. Підручник / Величко О.М., Кучерук В.Ю., Гордієнко Т.Б., Севастьянов В.М.. – Київ, 2013. – 364 с.

### Текст лекції

**1. Методи вимірювань. Однократні, багатократні, статичні , динамічні вимірювання. Прямі, непрямі, сукупні та комбіновані вимірювання.**

Метод вимірювання - сукупність засобів використання ЗВТ та принципів вимірювання для створення вимірювальної інформації. Метод вимірювання повинен за можливістю мати мінімальну похибку і сприяти вилученню систематичних похибок або переводу їх у розряд випадкових.

Методи вимірювання можна класифікувати за різними ознаками. Відома класифікація за основними вимірювальними операціями. Вона тісно пов'язана з елементами ЗВ, які реалізують ці операції.

Дана класифікація орієнтована на структурний опис ЗВ і тому важлива для вимірювальної техніки, а також метрології інформаційно- вимірювальних систем.

Для метрологічного аналізу більш важливі традиційні класифікації, основані на таких ознаках. Перша з них - фізичний принцип, покладений в основу вимірювання. За ним усі методи вимірювання поділяються на електричні, магнітні, акустичні, оптичні, механічні та ін. У кожній другій ознаки класифікації використовується режим взаємодії засобу й об'єкта вимірювання. У цьому випадку всі методи вимірювання поділяються на статичні і динамічні. Третьою ознакою може бути вид вимірювальних сигналів, які використовуються у ЗВ. Відповідно з ним методи поділяються на аналогові і цифрові.

Найбільш розробленою є класифікація за сукупністю прийомів використання принципів та засобів вимірювання. За цією класифікацією розрізняють метод безпосередньої оцінки і метод порівняння (рис. 3.3). Ці усталені в літературі назви не зовсім вдалі, оскільки наводять на думку про можливість вимірювання без порівнювання. Більш правильно говорити про опосередковане посереднє порівнювання як за часом, так і щодо фізичної природи вимірюваних величин.



Рис. 3.3. Класифікація методів вимірювання

Суть методу безпосередньої оцінки полягає в тому, що про значення вимірюваної величини судять за показанням одного (прямі вимірювання) або декількох (непрямі вимірювання) ЗВ, які заздалегідь проградуєвані в одиницях вимірюваної величини або в одиницях інших величин, від яких вона залежить. Це найбільш поширений метод вимірювання. Його реалізує більшість ЗВ.

Найпростішими прикладами методу безпосередньої оцінки можуть бути вимірювання діаметру мотильової шийки колінчастого вала мікрометром або штангенциркулем, напруги - електромеханічним вольтметром магнітоелектричної системи, зважування на циферблатних вагах, вимірювання тиску пружинним манометром та ін.

Іншу групу утворюють методи порівняння: диференціальний, збіжності, заміщення. До них відносяться всі ті методи, при яких вимірювана величина порівнюється з величиною, що утворюється мірою. Отже, характерною особливістю цих методів порівняння є безпосередньо частина мір у процесі вимірювання.

При диференціальному методі вимірювана величина  $X$  порівнюється безпосередньо або посередньо з величиною  $X_n$ , відтвореною мірою. Про значення величини  $X$  судять за виміряною приладом різницею  $\Delta X = X - X_n$  і за відомою величиною  $X_n$ , відтвореною мірою. Отже,  $X = X_n + \Delta X$ . При диференційному методі здійснюється неповне порівняння вимірюваної величини.

Він поєднує частину методу безпосередньої оцінки і може дати досить точний результат вимірювання, якщо тільки вимірювана величина і величина, що відтворюється мірою, мало відрізняються одна від одної. Наприклад, якщо різниця цих двох величин складає 1 % і вимірюється з похибкою до 1 %, тим самим похибка вимірювання пошукової величини зменшується до 0,01 % (якщо не враховувати похибку міри).

Прикладом диференціального методу може бути вимірювання індикаторним нутроміром діаметру циліндра двигуна, вольтметром - різниці двох напруг, з яких одна відома з більшою точністю, а інша є шуканою величиною; вимірювання надмірного тиску в апаратах відносно атмосферного тиску за допомогою диференціального манометра типу ДМ.

Нульовий метод (компенсаційний) - різновид методу диференційного. Він відзначається тим, що ефект порівняння двох величин зводиться до нуля. Це контролюється спеціальним вимірювальним приладом високої точності - нуль-індикатором. У даному випадку значення вимірюваної величини дорівнює значенню, яке відтворює міра. Висока чутливість нуль-індикаторів, а також виконання міри з високою точністю дозволяють мати малу похибку вимірювання.

Приклад нульового методу - зважування на вагах, коли на одному плечі знаходиться вантаж, який зважують, а на іншому - набір еталонних гир. Другий приклад: вимірювання опору за допомогою мосту, який урівноважує. Третій приклад: вимірювання опору в автоматичних вимірювальних приладах (потенціометрах, аналізаторах рідин, газів та ін.).

Метод заміщення - метод непрямого вимірювання з багаторазовим порівнянням до повного врівноваження вихідних величин вимірювального перетворювача з почерговим перетворенням ним вимірюваної величини та вихідної величини регульованої міри.

Приклад методу заміщення - вимірювання великого електричного активного опору шляхом почергового вимірювання сили струму, перебігу через контрольований і зразковий резистор. Живлення ланцюга при вимірюванні повинно здійснюватися від одного джерела постійного струму. Вихідний опір джерела струму і вимірювального приладу - амперметра - повинен бути досить малим порівняно з вимірюваними опірностями.

Метод одного збігу; метод ноніуса. Метод прямого вимірювання з одноразовим порівнянням вихідних величин двох багатозначних нерегульованих мір, із різними за значеннями ступенями, нульові позначки яких зсунуті між собою на виміряну величину.

Приклади. 1. Вимірювання довжини за допомогою двох лінійок, ціни поділок яких знаходяться в певному відношенні. 2. Вимірювання часу за допомогою послідовностей періодичних імпульсів, періоди яких знаходяться в певному відношенні.

Метод подвійного збігу; метод конгиденції. Метод прямого вимірювання з одноразовим порівнянням двох квантових фізичних величин: вимірюваної та відтворюваної багатозначною нерегульованою мірою. Приклад вимірювання зістикованих інтервалів часу або зістикованих відрізків довжини за допомогою

відповідно: послідовності періодичності імпульсів з відомим значенням їх періоду або лінійки з відомим значенням поділок. Прикладом використання цього методу в електричних вимірюваннях є вимірювання частоти обертання тіла за допомогою стробоскопа.

Метод зіставлення - метод прямого вимірювання із одноразовим порівнянням вимірюваної величини з усіма вихідними величинами багатозначної нерегульованої міри.

Приклади. 1. Вимірювання довжини лінійкою з поділками. 2. Вимірювання інтервалу часу годинником.

Метод зрівноваження з регульованою мірою. Метод прямого вимірювання з багаторазовим порівнянням вимірюваної величини та величини, що відтворюється мірою, яка регулюється до їх повного зрівноваження.