

**Державна служба України з надзвичайних ситуацій
Національний університет цивільного захисту України
Кафедра автоматичних систем безпеки та інформаційних технологій**

ЗАТВЕРДЖУЮ

Начальник кафедри АСБтаІТ

Роман ШЕВЧЕНКО

Навчальна дисципліна

**СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО КОНТРОЛЮ
НЕБЕЗПЕЧНИХ ФАКТОРІВ**

Практичне заняття 1

**ПРИЛАДИ ВИМІРЮВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ.
ВИЗНАЧЕННЯ ПОГРІШНОСТІ ВИМІРЮВАННЯ**

Мета роботи:

1. Формування навичок роботи приладів вимірювання технологічних параметрів та визначення погрішності вимірювання
2. Одержання навичок чисельного дослідження автоматичних систем.
3. Одержання навичок обробки графічних результатів дослідження.

Час проведення заняття: 80 хвилин.

Методичну розробку склав
доцент кафедри АСБтаІТ

Вячеслав ДУРЄЄВ

1. Оголошення теми та мети заняття

Отримавши доповідь від чергового, ведучий викладач вітається з курсантами. Викладач перевіряє присутність курсантів на занятті, після чого вони займають робочі місця. Ведучий викладач повідомляє тему та мету заняття, курсанти записують їх у зошити. Другий викладач записує тему заняття до журналу навчальної групи.

2. Письмове опитування по матеріалам попередніх занять

Ведучий викладач надає теоретичні питання (Додаток А). Другий викладач контролює роботу курсантів (студентів) на місцях.

3. Визначення принципів контролю тиску. Визначення погрешностей роботи приладів.

МЕТОДИ ВИМІРЮВАНЬ

Виміряти фізичну величину – означає порівняти її з відповідною одиницею системи виміру.

Вимір у виробництві - це перетворення вимірюваного параметра в зручний для подальшого використання сигнал і порівняння його з аналогічним нормованим сигналом, еквівалентним одиниці системи виміру.

Вимір технологічних параметрів необхідний для управління технологічними процесами і забезпечення безпеки виробництва.

Вимірювальний ланцюг:



ДАТ- датчик (первинний перетворювач), формує сигнал, пропорційний вимірюваній величині;

ПП – проміжний перетворювач, перетворить сигнал датчика в уніфікований сигнал, зручний для дистанційної передачі і виміру;

ВП – вимірювальний прилад (кінцевий перетворювач), перетворить уніфікований проміжний сигнал в зручну для спостереження або реєстрації форму.

Виміри бувають:

1. Прямі - безпосередньо оцінюється фізична величина.

7 основних одиниць виміру (системи СІ):

- довжина – метр;

- маса – кілограм;
- час – секунда;
- сила струму – ампер;
- температура – Кельвін (Цельсій);
- сила світла – кандела;
- кількість речовини – моль.

2 Непрямі - фізична величина оцінюється шляхом обчислення по відомих залежностях за результатами виміру інших величин.

Похідні одиниці вимірів (системи СІ):

- сила – Ньютон [$\text{кг}\cdot\text{м}\cdot\text{с}^{-2}$];
- тиск – Паскаль [$\text{Н}\cdot\text{м}^{-2}$];
- робота – Джоуль [$\text{Н}\cdot\text{м}$];
- потужність – Ватт; [$\text{Н}\cdot\text{м}\cdot\text{с}^{-1}$];

МЕТОДИ ВИМІРЮВАНЬ

1. **Метод безпосередньої оцінки:** вимірюваний параметр безпосередньо оцінюється за свідченнями вимірювального ланцюга.



2. Метод урівноваження (диференціальний, різницевий).

В цьому випадку здійснюється вимір не самого параметра, а різниці між параметром і компенсуючою мірою. Даний метод дозволяє застосовувати прилади з меншою шкалою і, отже, зменшити погрішність виміру.



ПОГРІШНІСТЬ ВИМІРУ

Погрішність виміру - відхилення результату виміру від дійсного значення вимірюваного параметра.

Види погрешностей виміру:

Основна погрішність – це погрішність вимірювального ланцюга в нормальних (стандартних) умовах.

Додаткова (систематична) погрішність – зміна основної погрішності при зміні умов експлуатації (при зміні тиску, температури, вологості і ін.).

Випадкова погрішність – змінюються випадковим чином при багатократних вимірах одного і того ж параметра. Вона принципово не може бути врахована або усунена при вимірах.

Груба погрішність – виникає унаслідок неправильної експлуатації пристроїв вимірювального ланцюга. Може бути виявлена та усунена.

Абсолютна погрішність – це різниця між виміряним x_i і дійсним x значенням параметра:

$$\Delta x = |x_i - x|$$

Відносна погрішність – відношення абсолютної погрішності до дійсного значення вимірюваного параметра.

$$\frac{\Delta x}{x} = \frac{|x_i - x|}{x}$$

Основною метрологічною характеристикою вимірника-перетворювача є приведена погрішність.

Приведена погрішність - визначається як відношення абсолютної погрішності до діапазону виміру x_N :

$$\gamma = \frac{\Delta x}{x_N} = \frac{|x_i - x|}{x_N}$$

ПОГРІШНІСТЬ ВИМІРЮВАЛЬНОГО ЛАНЦЮГА

Погрішність виміру складного вимірювального ланцюга оцінюється по погрішностях складових елементів.

Якщо вважати що погрішності всіх перетворювачів одного знаку, то результуюча погрішність буде максимальною і дорівнює сумі погрішностей всіх перетворювачів:

$$\gamma_{\text{MAX}} = \gamma_1 + \gamma_2 + \dots + \gamma_N$$

На практиці частіше застосовують так звану **квадратичну погрішність**, що враховує незалежний і випадковий характер складових погрішностей:

$$\gamma_{\text{MAX}} = \sqrt{\gamma_1^2 + \gamma_2^2 + \dots + \gamma_N^2}$$

Висновки:

1. Вимірювальний ланцюг має бути складений з перетворювачів близьких класів.
2. Для зменшення погрішності вимірювального ланцюга необхідно зменшувати погрішність складових її перетворювачів.

КЛАС ТОЧНОСТІ ВИМІРНИКА

Під **класом точності** розуміється максимально допустима приведена погрішність, у нормальних умовах, виражена у відсотках.

ГОСТом встановлені стандартні класи точності вимірників перетворювачів : 0,005; 0,02; 0,05; 0,1; 0,25; 0,5; 1,0; 1,5; 2,5; 4,0.

Клас точності не може служити показником точності виміру, він тільки показує граничне значення основній приведеній погрішності.

Для конкретних вимірів необхідно вказувати не лише клас точності приладів, але і діапазон вимірів.

Приклад: для виміру напруги 220В у мережі змінного струму, є два вольтметри з однаковим класом точності 1,5. Їх діапазони виміру: 300 та 1000В. Визначити найбільшу абсолютну і відносну погрішності при вимірах.

Рішення:

$$\Delta x = \frac{\gamma}{100} \cdot x_N$$

$$\Delta x_1 = \pm \frac{1,5}{100} \cdot 300 = \pm 4,5 [B]$$

$$\overline{\Delta x_1} = 2\%$$

$$\Delta x_2 = \pm \frac{1,5}{100} \cdot 1000 = \pm 15 [B]$$

$$\overline{\Delta x_2} = 6,8\%$$

Чутливість вимірювального перетворювача характеризує його здатність вимірювати малі сигнали.

При зменшенні величини вимірюваного сигналу відносна погрішність виміру збільшується.

При відносній погрішності 100% прилад не придатний для вимірів.

Порог чутливості - мінімальне значення вимірюваної величини, при якій відносна погрішність складає 100%.

$$x_{\text{MIN}} = \Delta x = \left(\frac{\gamma}{100} \cdot x_N \right)$$

Приклад: є два вольтметри з однаковим класом точності 1,5 та різними діапазонами виміру: 300 і 1000В.

Визначити: чутливість кожного приладу:

$$x_{\text{min1}} = \left(\frac{\gamma}{100} \cdot 300 \right) = 4,5 \text{ В} \quad x_{\text{min2}} = \left(\frac{\gamma}{100} \cdot 1000 \right) = 15 \text{ В}$$

ВИМІРЮВАЛЬНІ ПРИЛАДИ

Вимірювальні прилади призначені для перетворення сигналів первинних або проміжних перетворювачів у відхилення стрілки або пера самописця.

По метрологічному призначенню прилади діляться на:

- технічні; - лабораторні; - зразкові.

Клас точності	0,25-4	0,05-0,25	0,005-0,05
---------------	--------	-----------	------------

Технічні прилади (клас точності 0,25-2,5) призначені для роботи у виробничих умовах. Вони мають бути недорогими і надійними. У свідчення таких приладів не вносять поправки на погрішності виміру.

Лабораторні прилади (клас точності 0,05-0,2) призначені для точних вимірів в лабораторних умовах і для перевірки технічних приладів. Для підвищення точності виміру в свідчення вводяться поправки, що враховують систематичні погрішності.

Зразкові прилади (Клас точності 0,005-0,05)

призначені для перевірки лабораторних і технічних приладів.

Додаток А.

Питання для усного опитування

1. Методи вимірювань
2. Погрішність виміру
3. Клас точності вимірника
4. Вимірювальні прилади

Додаток Б.

Питання письмового опитування

<u>ПЗ 1 Приборы ВАРИАНТ №1</u> 1. Структурная схема измерительной цепи. 2. Схема и принцип действия пневматического редуктора. 3. Определить чувствительность манометра со шкалой измерения 1 Мпа и классом точности 1,5.
<u>ПЗ 1 Приборы ВАРИАНТ №2</u> 1. Методы измерения. 2. Схема и принцип действия емкостного преобразователя. 3. Определить максимальную приведенную погрешность измерительной цепи состоящую из трех преобразователей с классом точности: 1, 1,2, 2.
<u>ПЗ 1 Приборы ВАРИАНТ № 3</u> 1. Виды погрешностей измерения. 2. Схема и работа неуравновешенного электрического моста. 3. Определить квадратичную приведенную погрешность измерительной цепи, состоящую из четырех преобразователей с классом точности 1.
<u>ПЗ 1 Приборы ВАРИАНТ № 4</u> 1. Классы точности приборов. 2. Схема и принцип работы dilatометрического измерителя температуры. 3. Определить относительную квадратичную погрешность измерения плотности воды измерительной цепью, состоящей из двух измерителей преобразователей с классом точности 1 и диапазоном измерения 2000кг/м³
<u>ПЗ 1 Приборы ВАРИАНТ № 5</u> 1. Порог чувствительности прибора. 2. Единицы измерения давления. Схема и принцип действия жидкостного трубчатого манометра 3. Определить относительную погрешность определения первого порога НКПР метана газоанализатором с классом точности 2,5. Максимальная концентрация метана, измеряемая газоанализатором соответствует НКПР и равняется 2,5%. Первый порог соответствует 10% НКПР
<u>ПЗ 1 Приборы ВАРИАНТ № 6</u> 1. Погрешность измерительной цепи. 2. Единицы измерения расхода. Схема и принцип действия мерной шайбы. 3. Определить расход ОТВ через насадок (ороситель) диаметром 10мм и коэффициентом расхода $\mu=0,9$, если избыточное давление перед насадком составляет 10 м.вод.ст.
<u>ПЗ 1 Приборы ВАРИАНТ № 7</u> 1. Назначение технических, лабораторных и образцовых приборов. 2. Схема и принцип действия термокондуктометрического газового детектора. 3. Определить минимальную и максимальную относительную погрешность термометра, с классом точности 2,5 и диапазоном измерения 0-150⁰С.