# Практика №1-2

# Тема: ОДНОКРАТНІ ПРЯМІ ВИМІРЮВАННЯ

**Прямими** називають вимірювання (виміри), які виконані методом безпосередньої оцінки, тобто результат спостереження є результатом відліку значення виміряної фізичної величини по шкалі аналогового приладу або по індикатору цифрового приладу.

Формули для виразу значень:

- **абсолютних похибок**: **Δ = хвим – хдійсне ; Δ = хвим – хномін** (для однозначних мір)

(позначається буквою грецького алфавіту “дельта велика”);

**- відносних похибок**: **δ = ±** $\frac{Δ}{Хвим}$ **· 100%; δ = ± (с + d ·(**$ \frac{Х\_{норм}}{Х\_{вим}}$ **- 1))**

 (позначається буквою грецького алфавіту “дельта мала”),

де **хвим -** виміряне значення фізичної величини Х;

 **хдійсне** **-** дійсне значення фізичної величини Х (відоме або обраховане заздалегідь);

 **хномін -** номінальне значення міри (відоме і записано в паспорті на цю міру);

**хнорм** **-** нормуюче значення (характеристика приладу - діапазон вимірювання, відоме, показано на шкалі приладу і і записано в документації на прилад);

**с** і **d** - аддитивна та мультиплікативна складові загальної основної похибки приладу, вказані як **с/d** у % в документації на прилад;

- **наведеної похибки**: **γ = ±** $\frac{∆}{Х\_{норм}}$ **· 100%** (позначається буквою “гама”).

Для аналогових приладів по значенню наведеної похибки нормують одну з основних характеристик - клас точності: **γкл = ±** $\frac{∆\_{макс}}{Х\_{норм}}$ **· 100%** (гама класу). Якщо функція перетворення приладу суттєво нелінійна, то клас точності нормують однозначною відносною похибкою (наприклад, 2,0). Для цифрових приладів клас точності нормують двозначною відносною похибкою (наприклад, 0,5/1,0). Ані буква, ані знак “%” при цьому не позначають.

Клас точності для будь-якого вимірювального приладу характеризує межі сумарної основної та додаткових похибок в нормальних умовах застосування приладу. В реальності похибка менша за клас точності, але завжди важливо знати межі похибки (тобто найбільше можливе значення).

Класс точності для аналогових приладів нормують за максимальною наведеною похибкою, яку округляють до найближчого більшого значення із стандартного ряду: **(1,0; 1,5; 2,0; 2,5; 3,0; 4,0; 5,0; 6,0) · 10р ,** где р = 1, 0, -1, -2.

Приклади округлення наведених похибок для виразу класів точності:

γ = 0,016% – γкл = 0,02%,

γ = 0,31% – γкл = 0,4%,

γ = 1,1% – γкл = 1,5%, и т.ін.

**Основна похибка** - це похибка, яка характеризує результат вимірювання конкретної фізичної величини (наприклад, якщо вимірюємо потужність за допомогою ваттметру, то основною похибкою буде похибка вимірювання потужності конкретним ваттметром). При цьому умови вимірювання повинні бути в межах так званих нормальних умов (про це - в подальших практиках).

**Приклад 1.** Необхідно виміряти силу струму порядку 4 А. Для цього маємо 2 прилади: 1) амперметр класу точності 0,5 з верхнею границею вимірювання 20 А і 2) амперметр класу точності 1,5/2,5 з діапазоном вимірювання -5А...+5А. Визначити, який прилад буде забезпечувати меньше значення максимальної допустимої основної похибки при вимірюванні сили струму 4 А.

**Розв’язок**

Визначимо межі допустимої основної абсолютної похибки при вимірюван-ні сили струму амперметром №1:

γкл = ± $\frac{∆\_{макс}}{Х\_{норм}}$ · 100%  **→  ****

Визначимо максимальне значення відносної похибки вимірювання сили струму амперметром №1:



Для амперметра №2 можна визначити межі допустимої основної відносної похибки, так як клас точності заданий **с/d**:

**δ2 = ± (с + d ·(**$ \frac{I\_{норм}}{I\_{вим}}$ **- 1)) = (1,5 + 2,5 (**$\frac{10А}{4А} − 1))$= (1,5 + 0,5 (2,5 - 1)) = 2,25 %

Аналіз формул дає, що виміряне значення характеризує *саме відносна* похибка, а не абсолютна (в даному випадку) чи наведена.

Тому, порівнюючи значення відносних похибок 2,25 ˂ 2,5, бачимо, що амперметром №2 можна виміряти силу струму з меншою похибкою.

**Задачі**

 1. За результатами повірки амперметра із застосуванням потенціометра постійного струму **П** (рис. 1) необхідно визначити клас точності амперметра. Амперметр має діапазон вимірювання від 0 до 5А, і його шкала проградуйована по таких значеннях: **Iнорм i****= 0; 0,2А; 0,4А; 0,6А; 0,8А; 1А.** За допомогою резистора **Rрег** зрегульованим опором на шкалі амперметра від джерела живлення постійного струму **Uжив** встановлювали нормовані значення сили струму, а за допомогою еталонного резистора **Rет** на потенціометрі **П** з підвищеною точністю вимірювали відповідні значення сили струму, які становили: **Iвим комп i****= 0,008А; 0,192А; 0,397А; 0,589А; 0,801А; 0,999А**.

 **Rрег**

 **А**

 **Uжив I Rет П**

Рис. 1. Схема повірки амперметра за допомогою потенціометра

**Вказівки.**

1).При визначенні абсолютних похибок значення, які відповідають точкам по шкалі амперметра, вважати дійсними значеннями (вони нормовані, нанесені на шкалу і відомі заздалегідь, а в процесі повірки треба перевірити, чи відповідає амперметр призначенню і який клас точності має на момент повірки); виміряні значення отримують з показань компенсатора.

Абсолютні похибки (6 значень) визначити з урахуванням знаків («+» чи «-») і з точністю до 0,001 А. Грубіше не округляти (для того й застосований потенціометричний компенсатор, щоб підвищити точність вимірювань).

2). Для визначення відносної похибки скористатися відомою формулою **δ = ±(Δ/хвим) · 100%.** **АЛЕ!** В даному випадку в знаменник потрібно підставля-ти нормуючі значення ПОВІРЯЄМОГО приладу, т.як оцінюють саме його похибки. Відносних похибок також буде 6.

3). Для всіх значень (точок диапазону вимірювання) розрахувати наведені похибки (їх також буде 6, уважно дивіться формулу!).

4). Встановити клас точності за максимальною наведеною похибкою, виразити нормованим числом (округлити розраховане число до найближчого більшого значення з стандартного ряду чисел:

**(1,0; 1,5; 2,0; 2,5; 3,0; 4,0; 5,0; 6,0) · 10р ,** где р = 1, 0, -1, -2…

2. При вимірюванні сили струму живлення установки для повірки пірометрів амперметром класу **1,0** отримали показання у **86 поділок** при довжині шкали, розрахованій на **Nmax = 100 поділок,** і межами діапазону вимірювання **Imin = 0, Imax = 50 А**. Визначити ціну поділки шкали, виміряне значення сили струму і межі абсолютної похибки вимірювання сили струму.

**Вказівки.**

1) Визначити ціну поділки шкали амперметра **С**, виражену в А/поділ. Простіше за все це зробити, якщо застосувати границі шкали, що вказані в поділках (**Nmax**) і амперах (**Imax**). Співвідношення діапазонів вимірювання в одиницях сили струму і поділках буде дорівнювати ціні поділки шкали С.

2) Зная ціну поділки шкали, перерахувати показання в поділках (результат спостереження) в показання в амперах (результат вимірювання). АБО скласти пропорцію і зразу визначити результат вимірювання сили струму у відповідних одиницях вимірювання.

3) Розрахувати абсолютну похибку за метрологічними даними приладу (див. приклад).

3. Визначити можливі показання двох електронних вольтметрів з границями вимірювань **150 В**, якщо клас точності першого – **1,5**, а другого – **1,0**. Дійсне значення виміряної напруги **U** **= 100 В**.

**Вказівки.**

1) Для обох приладів визначити межі абсолютних похибок за їх метрологічними характеристиками (див. приклад).

2) За значеннями абсолютних похибок («±») та відомим дійсним значенням, знайти можливі виміряні значення(їх буде 4).

4. Визначити клас точності цифрового вольтметра, якщо при вимірюванні напруги 1,000В його показання було 1,012В, а при вимірюванні напруги 0,500В показання було 0,508В. Нормуюче значення вольтметра (діапазон вимірювань) дорівнює 1,5 В.

**Вказівки.**

1) Знайти абсолютні похибки для двох значень.

2) Обрахувати наведені похибки для двох значень.

3) Виразити клас точності через значення (я**ке з двох?**) наведеної похибки стандартным значенням.