**Практика №7**

**ОДНОКРАТНІ НЕПРЯМІ (ОПОСЕРЕДКОВАНІ) ВИМІРЮВАННЯ**

**Тема: Міні-максний метод оцінювання результатів та похибок**

**опосередкованих вимірювань.**

**Підсумовування похибок результатів опосередкованих вимірювань**

Відомо, що при опосередкованих вимірюваннях шукана величина являє собою явну функцію вимірюваних величин ***y = f(xі) = f(x1, х2, …).*** Вважається також, що аргумент ***xі*** вимірюють (фіксують) з достатньо малою відносною похибкою. Одна з постановок задачі опосередкованих вимірювань полягає в знаходженні оцінок функції ***f(x)*** і відносної похибки *δ****f(x)*** результату вимірювання.

Будемо вважати, що функція ***f(x)*** є неперервною, гладкою і має не більше двох екстремумів. Тому можна знайти її максимальне і мінімальне значення в межах допустимої похибки аргументу.

За оцінки ***f(x)*** приймемо значення напівсуми ***min*** і ***max*:**  ,

a за оцінку абсолютної похибки опосередкованого вимірювання приймемо напів-різницю:

Тоді відносна похибка буде .

**Приклад.**

Визначити межі абсолютної та відносної похибок вимірювання опору резис-тору за допомогою вольтметра і амперметра (рис.), якщо показання вольтметра класа точності 1,0 на межі вимірювання 15 В дорівнює 10 В, а міліамперметра класа точности 1,5 на межі вимірювання 150 мА дорівнює 100 мА.



Рис. Схема вимірювання падіння напруги на резисторі

**Рішення**

1). Функціональна залежність (рівняння опосередкованого вимірювання) визначається законом Ома: **R = U/I.**

2). Межі абсолютних похибок безпосередньо виміряних величин (за метро-логічними характеристиками вимірювальних приладів):



3). Межі відносних похибок безпосередньо виміряних величин:

4). Максимальне та мінімальне значення опору:

102,3017 Ом,

96,3325 Ом.

5). Обрахуємо оцінку опору резистора:

6). Визначимо абсолютну та відносну похибки:

Відповідь: R = 99,3 Ом, ΔR = 3,0 Ом, δR = 3 %.

Отримані розрахункові значення похибок визначаються підсумком мето-дичних та інструментальних складових і є граничними (максимально можливи-ми), а тому малоймовірними. На практиці знаходять вірогідні оцінки похибок за формулами:



де ****** – коефіцієнт, який залежить від ***Рдов***і кількості складових похибок, що сумуються ***i,***  та визначається із табл. 1;

***n*** – загальна кількість складових похибки.

Таблиця 1. Значення коефіцієнта 

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Кількість  складових *і* | Значення  при довірчій ймовірності ***Рдов*** | | | |
| Рдов = 0,90 | Рдов = 0,95 | Рдов = 0,99 | Рдов = 0,9973 |
| 2 | 0,97 | 1,10 | 1,27 | 1,34 |
| 3 | 0,96 | 1,12 | 1,37 | 1,50 |
| 4 | 0,96 | 1,12 | 1,41 | 1,58 |
| 5 | 0,96 | 1,12 | 1,42 | 1,61 |

Знайдемо вірогідне значення відносної похибки для Рдов = 0,90:  Вірогідне значення абсолютної похибки можна знайти тільки для однорідних величин. Наприклад, для цієї ж задачі, рішення якої знайдено методом приросту (див. попередній приклад), можна знайти значення абсолютної вірогідної похибки для двох однорідних складових: .



≈ 2,83 Ом.

**Задачі для самостійної роботи**

**Оцінити результат опосередкованого вимірювання, його граничні та вірогідні значення абсолютної та відносної похибок міні-максним методом.**

**Гр. 318**

Для вимірювання опору **Rx** застосовують резистори з номінальнимі значен-нями: **R0 = 350 Ом; R2 = 100 Ом; R3 = 560 Ом; R4 = 500 Ом**. Класи точності резисторів (відповідно): **0,3%; 0,1%; 0,5%; 0,5%**. Визначити оцінку дійсного значення **Rx**, межі абсолютної і відносної похибок опору **Rx***,*якщо  Довірча вірогідність 0,90.

**Гр. 319**

Опір **Rx** виміряно за допомогою чотириплечого моста і розраховується за формулою  Визначити результат вимірювання, його абсолютну і від-носну похибки, якщо: **R2 = (85±5) Ом, R3 = (1250±15) Ом, R4** = **(510,5 ± 0,8) кОм.** Довірча вірогідність 0,95.

**Гр. 319а**

Вимірювання опору **Rx** здійснювали за допомогою одинарного мосту постій-ного струму, в якому при умові рівноваги отримали такі результати: **R1вим****= (85,20,4) Ом, R2вим = (122,00,5) Ом, R3вим = (42,60,2) Ом**. Визначити опір резистора **Rх** і можливі найбільші абсолютну та відносну похибки вимірювання **Rx**. Довірча вірогідність 0,90.

**Гр. 310**

Вимірювання опору **Rx** (**Rx** як функція від 3-х аргументів **Rx = f(R1, R2, R3)**) здійснювали за допомогою одинарного мосту постійного струму, в якому при умові рівноваги отримали такі результати: **R1вим****= (100,000,05) Ом, R2вим = (220,000,06) Ом, R3вим = (110,000,04) Ом**. Визначити опір резистора **Rх** і можливі найбільші абсолютну та відносну похибки вимірювання **Rx** . Довірча вірогідність 0,85.

**Гр. 311**

Опір **Rх** складається з трьох послідовно з'єднаних резисторів, які мають такі значення опорів: **R1 = (220 ± 10) Ом; R2 = (352 ± 2) Ом; R3 = (50,5 ± 0,5) Ом.** Оці-нити дійсне значення опору **Rх** та його максимальну похибку в абсолютній і віднос-ній формі. Довірча вірогідність 0,80.

**Гр. 312**

Опір **Rх** складається з трьох паралельно з'єднаних резисторів, які мають такі значення опорів: **R1 = (115,20 ± 1,10) Ом; R2 = (45,50 ± 2,05) Ом; R3 = (150,5 ± 4,5) Ом.** Оцінити дійсне значення опору **Rх** та його максимальну похибку в абсолютній і відносній формі. Довірча вірогідність 0,90.