

Міністерство освіти і науки України  
ДВНЗ «Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника»  
Фізико-технічний факультет  
Кафедра фізики і методики викладання

**Лабораторна робота № 7**

# **ВИВЧЕННЯ ПРИНЦИПУ ЕЛЕКТРИЧНИХ КОМПЕНСАЦІЙНИХ ВИМІРЮВАНЬ**

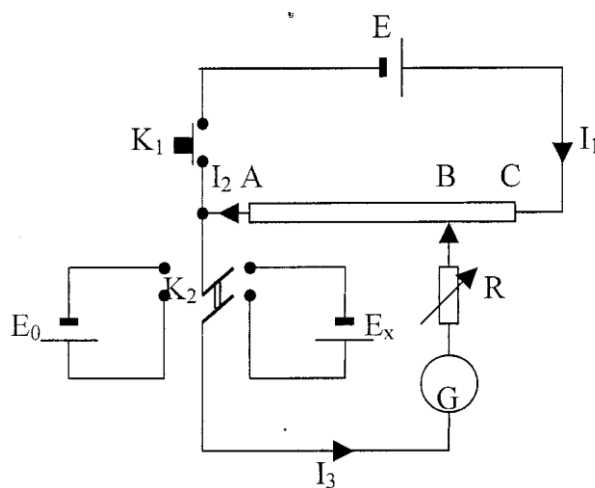
м. Івано-Франківськ

### Прилади й матеріали:

1. Еталон ЕРС (ртутно-кадмієвий нормальний елемент Вестона,  $E_0=1,01836$  В при  $20^\circ\text{C}$ ).
2. Досліджуваний гальванічний елемент із невідомою ЕРС  $E_x$ .
3. Стрілочний “нульовий” гальванометр.
4. Реостат.
5. Реохорд.

### ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Еталоном ЕРС у даній роботі служить ртутно-кадмієвий нормальний елемент Вестона, який дає при  $20^\circ\text{C}$   $E_0=1,01836$  В. Він складається зі скляної П-подібної посудини, в нижній частині якої впаяні платинові електроди. Анодом служить ртуть, а катодом – ртутна амальгама. Електроліт – насичений розчин сірчанокиислого кадмію, а деполаризатором служить сірчано-кислий закис ртуті. Нормальний елемент вимагає обережного поводження: його не можна перевертати, трусити. Особливо треба оберегати від короткого замикання. Сила струму не повинна перевищувати  $10^{-4}$  А.



Нехай спочатку ключ  $K_2$  замкнутий на нормальний елемент. Запишемо рівняння по II правилу Кірхгофа для контуру  $ABRGK_2E_0A$ :

$$-R_{AB}^0 I_2 - R I_3 = -E_0$$

де  $R_{AB}^0$  – опір ділянки АВ реохорда (від лівого кінця до повзунка). Пересуваємо повзунок реохорда таким чином, щоб через гальванометр не проходив струм, тоді маємо:

$$R_{AB}^0 I_2 = E_0$$

Замкнемо ключ  $K_2$  на досліджуваний елемент. Запишемо рівняння по II правилу Кірхгофа для контуру  $ABRGK_2E_xA$ :

$$-R_{AB}^x I_2 - R I_3 = -E_x$$

де  $R_{AB}^x$  – опір ділянки АВ реохорда (від лівого кінця до повзунка). Пересуваємо повзунок реохорда таким чином, щоб через гальванометр не проходив струм, тоді маємо:

$$R_{AB}^x I_2 = E_x$$

Струм  $I_2$  в обох випадках однаковий і рівний струму  $I_1$ , оскільки струм у точці В не розгалужується ( $I_3=0$ ) і визначається тільки ЕРС зовнішнього джерела  $E$  та величиною опору всієї дротини реохорда. Отже, опір ділянки АВ реохорда в обох випадках пропорційний величині підключеної у даний момент ЕРС. Оскільки опір дротини пропорційний її довжині, то:

$$\frac{E_x}{E_0} = \frac{R_{AB}^x}{R_{AB}^0} = \frac{l_x}{l_0}$$

де  $l_0$  – довжина ділянки АВ реохорда за умови, що підключений нормальний елемент і стрілка гальванометра при натисканні кнопки  $K_1$  залишається на “0”,  $l_x$  – довжина ділянки АВ реохорда за умови, що підключений досліджуваний елемент і стрілка гальванометра при натисканні кнопки  $K_1$  залишається на “0”.

Одержуємо таку остаточну робочу формулу:

$$E_x = \frac{l_x}{l_0} E_0$$

## ХІД РОБОТИ

1. Ввімкнути нормальний елемент перемикачем  $K_2$ .
2. Зменшуючи опір  $R$  до “0” і одночасно рухаючи повзунок реохорда, досягти відсутності струму в колі гальванометра (“0” гальванометра).
3. Виміряти довжину плеча реохорда між точками А і В  $l_0$ .
4. Переключити перемикач  $K_2$  на елемент із невідомою ЕРС і провести такі ж вимірювання для нього. Виміряти довжину плеча реохорда між точками А і В  $l_x$ .
5. Повторити вимірювання для кожного елемента по 3 рази.
6. Записати в таблицю результати вимірювань.
7. Обчислити середні значення  $\langle l_0 \rangle = \frac{\sum l_{0i}}{3}$ ,  $\langle l_x \rangle = \frac{\sum l_{xi}}{3}$  та похибки  $\Delta l_{0i} = |l_{0i} - \langle l_0 \rangle|$ ,  $\Delta l_{xi} = |l_{xi} - \langle l_x \rangle|$  і записати їх у таблицю. При цьому слід мати на увазі, що значення похибок не можуть бути меншими за похибку вимірювання приладу. Якщо значення похибки вишло менше ніж 0,5 мм, то в таблицю записати 0,5 мм.
8. Обчислити й записати також середні значення похибок  $\langle \Delta l_0 \rangle$ ,  $\langle \Delta l_x \rangle$ .
9. Обчислити ЕРС досліджуваного елемента за формулою  $E_x = \frac{\langle l_x \rangle}{\langle l_0 \rangle} E_0$ , причому при розрахунках використовувати середні значення довжин плеча реохорда.
10. Обчислити відносну похибку за формулою  $\varepsilon = \frac{\langle \Delta l_0 \rangle}{\langle l_0 \rangle} + \frac{\langle \Delta l_x \rangle}{\langle l_x \rangle}$ .

11. Обчислити абсолютну похибку за формулою  $\Delta E_x = E_x \cdot \varepsilon$ . Записати результати обчислення в таблицю.

№	$I_0$ , мм	$\Delta I_0$ , мм	$I_x$ , мм	$\Delta I_x$ , мм	$E_x$ , В	$\Delta E_x$ , В	$\varepsilon$
1							
2							
3							
сер.							

### КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

1. Нормальний елемент Вестона.
2. Сформулювати I правило Кірхгофа.
3. Показати вузли електричної схеми.
4. Записати рівняння по I правилу Кірхгофа для досліджуваної схеми.
5. Сформулювати II правило Кірхгофа.
6. Показати замкнуті контури електричної схеми.
7. Сформулювати правила знаків для II правила Кірхгофа.
8. Записати 2 рівняння по II правилу Кірхгофа для досліджуваної схеми.
9. Як залежить опір дротини від її довжини? Записати формулу.
10. Чому струм  $I_2$  в обох випадках (при ввімкненні нормального й досліджуваного елементів) можна вважати однаковим?
11. Для чого у схемі використовується кнопочний вимикач  $K_1$ ?
12. Принцип роботи схеми для компенсаційних вимірювань.
13. Вивести робочу формулу.
14. Чи накладаються якісь обмеження на величину ЕРС досліджуваного елемента?