

Лекція 1.

Засоби навчання фізики. Кабінет фізики.

План

1. Засоби навчання. Класифікація засобів навчання.
2. Шкільний фізичний кабінет.
3. Фізичні прилади.

1. Під засобами навчання розуміють джерела інформації за допомогою яких вчитель вчить, а учні вчаться. До засобів відносяться: слово вчителя, підручники, посібники, хрестоматії, роздаткові і дидактичні матеріали, ТЗН, цифрові засоби.

Все розмаїття засобів навчання представлено на схемі:



Засоби навчання розміщують у фізичному кабінеті.

2. Шкільний фізичний кабінет.

Для кожного предмету в школі створюються спеціальні кабінети.

Фізичний кабінет є “лицем” школи. Обладнання фізичного кабінету і його організація досить складні: на його базі необхідно забезпечити демонстраційний експеримент, фронтальні лабораторні роботи, фізпрактикум, використання ТЗН та комп’ютерної техніки.

В старих школах кабінет фізики складається зазвичай із 2-х приміщень: класу-лабораторії і лаборантської.

В останні роки в школах, гімназіях, ліцеях з'являються фізичні кабінети значно ширших можливостей. У цьому випадку під кабінет фізики виділяють 3 приміщення: клас-аудиторія, клас-лабораторія і лаборантська кімната.

Клас-аудиторія обладнується всіма сучасними ТЗН, включаючи комп'ютери, екран, відеотехніку.

В класі-лабораторії проводяться всі лабораторні заняття, а також всі позакласні заходи.

Лаборантська – це кімната для збереження обладнання.

Оформлення фізикабінету повинно бути строгим і простим, щоб не відволікати увагу учнів. В кабінеті повинно бути мінімум таблиць (система СІ, фізичні константи). Всі інші стенди повинні бути, як правило в коридорі, біля кабінету. В кабінеті можна розмістити портрети вчених-фізиків.

3. Фізичні прилади.

Матеріальною основою шкільного фізичного експерименту є прилади з фізики. За метою і умовами проведення всі дослідження, що проводяться на уроці фізики поділяються на:

- демонстраційні;
- фронтальні;
- фізичний практикум.

У відповідності з цим всі прилади також поділяються на три типи:

- демонстраційні прилади;
- лабораторні прилади;
- прилади для фізпрактикуму.

Фронтальний лабораторний експеримент починають використовувати ще тоді, коли у учнів немає достатнього досвіду роботи з обладнанням, а їх практичні вміння тільки починають формуватися, тому лабораторні прилади

повинні мати якомога простішу конструкцію та захист з точки зору техніки безпеки.

Щоб забезпечити проведення лабораторної роботи фронтально, необхідно мати прилади у кількості, відповідній числу робочих місць у класі.

Для фізпрактикуму потрібно не більше 3-х приладів кожного виду.

Оскільки експеримент у практикумі більш складний, то і прилади для нього повинні бути більш досконаліми. Інколи для цього використовують прилади наукових лабораторій чи виробництв (психрометри, мікрометри, гігрометри і т.д.).

За класифікацією відомого методиста А.А.Покровського *серед приладів кожного типу виділяють:*

- вимірювальні;
- прилади для вивчення і пояснення явищ;
- допоміжні прилади.

Вимірювальні прилади демонстраційного типу як правило є приладами з широкими межами вимірювання. Вони є одно шкальними або із змінними шкалами. Розміри міток, інтервалів між ними такі, щоб було видно всім учням.

Щоб наперед оцінити похибку, яку внесе дане устаткування в кінцевий результат, користуються нормованими значеннями похибки.

Під нормованим значенням розуміють похибки, які є граничними для даного типу засобів вимірювань.

Стандартами регламентуються способи нормування і форми вираження допустимих границь похибок.

Границею допустимої похибки засобу вимірювань називають найбільше значення без урахування знаку похибки засобу вимірювань, за яким цей засіб ще може бути визнаний придатним до застосування.

Границі допустимих абсолютної, відносної і зведеної похибок засобів вимірювань можуть виражатись одним числом.

Різні обставини вимірювання спричиняють зміну відхилення статичної характеристики у той чи інший бік від градуовальної характеристики (рис. 4.1).

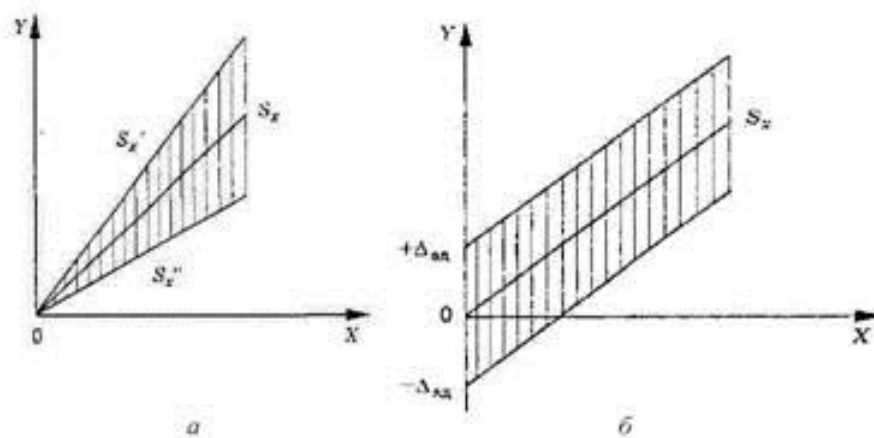


Рис. 4.1. Похибки засобів технічних вимірювань:
а – мультиплікативна, б – адитивна

Якщо ширина смуги зростає пропорційно зростанню вхідної величини x , а при $x = 0$ вона також дорівнює нулю, то така похибка називається мультиплікативною, тобто такою, що розрахована шляхом множення, або похибкою чутливості, незалежно від того, випадкова ця похибка чи систематична. Мультиплікативна похибка описується рівнянням:

$$\Delta_m = f(x). \quad (4.6)$$

Смуга, обмежена прямими S_x' та S_x'' (рис. 4.1, а), є областю невизначеності і характеризується похибкою чутливості.

Адитивною називається похибка, яка має сталі значення по всій шкалі (рис. 4.1, б).

Тобто, якщо абсолютна похибка *не залежить від значення вимірюваної величини*, то вона називається *адитивною* - такою, що додається під час вимірювання величини (рис. 9.1, а). Відповідно до означення її модель

$$\Delta_{\text{ад}} = \Delta_{\text{з}} \quad (6.1)$$

а результат вимірювання, що спотворений адитивною похибкою $\Delta_{\text{ад}}$

$$x = X + \Delta_{\text{ад}} \quad (6.2)$$

Адитивні похибки проявляються як зміщення покажчика аналогових приладів з нульової позначки, а в електронних приладах — як ненульовий показ при нульовому значенні вимірюваної величини.

Очевидно, що відносне значення адитивної похибки зростає зі зменшенням вимірюваної величини

$$\delta_{\text{ад}} = \frac{\Delta_{\text{ад}}}{x} \quad (6.3)$$

Якщо абсолютна похибка прямо пропорційно залежить від значення вимірюваної величини, то вона називається мультиплікативною (рис. 9.1, б).

Відповідно до означення її модель

$$\Delta_{\text{м}} = \delta_{\text{м}} X \cong \delta_{\text{м}} x \quad (6.4)$$

де $\delta_{\text{м}}$ — відносна мультиплікативна похибка, а результат вимірювання, що спотворений такою похибкою

$$x = X + \delta_{\text{м}} X \quad (6.5)$$

Для нульового значення вимірюваної величини ця похибка також має нульове значення. Мультиплікативна похибка вимірювання зумовлена похибками коефіцієнтів перетворення вимірювальних перетворювачів, зокрема масштабних — вимірювальних підсилювачів, подільників, трансформаторів. Похибки еталонних (зразкових) величин можуть також сприяти виникненню мультиплікативних похибок.

Класи точності засобів вимірювання

Клас точності — це узагальнена характеристика точності засобів вимірювання, яка визначає межі допустимих основної і додаткової похибки.

Державними стандартами встановлено такі види позначення класу точності засобів вимірювання:

1. Засоби вимірювання, у яких переважає адитивна складова похибки, характеризуються граничне допустимим значенням зведеної похибки, поданої у відсотках. У цьому випадку клас точності позначається у вигляді числа з десятковою комою, наприклад 1,5; 0,5; 0,02.

Таким чином, якщо клас точності деякого засобу вимірювання позначено, наприклад, 0,5, то це означає, що граничне допустиме значення зведеної похибки $\gamma_{зр.д}$, виражене у відсотках, дорівнює 0,5, тобто

$$\gamma_{зр.д} = \frac{\Delta_{зр.д}}{X_{ном}} \cdot 100\% = 0,5$$

де $X_{ном}$ – номінальне значення вимірюваної величини. Знаючи клас точності, можна визначити гранично допустимі значення абсолютних та відносних похибок вимірювання.

Наприклад, потрібно визначити абсолютну та відносну похибку результату вимірювання струму 68,6 мА за допомогою амперметра класу 0,2 з номінальним значенням 75 мА.

Оскільки клас точності амперметра – це зведена похибка у відсотках, то абсолютне значення похибки визначається:

$$\Delta = \frac{\gamma}{100\%} \cdot I_{ном} = \frac{0,2}{100} \cdot 75 = \pm 0,15 \text{ мА}$$

Відносна похибка вимірювання

$$\delta = \frac{\Delta}{I} \cdot 100\% = \frac{\pm 0,15 \text{ мА}}{68,6 \text{ мА}} \cdot 100\% = \pm 0,22\%$$

Таким чином, абсолютна похибка результату вимірювання струму 68,6 мА не перевищує $\pm 0,15$ мА, а відносна похибка не перевищує $\pm 0,22\%$. Результат вимірювання можна записати у такому вигляді:

$$I = (68,60 \pm 0,15) \text{ мА.}$$

2. Засоби вимірювання, в яких переважає мультиплікативна похибка, що характеризуються граничним допустимим значенням відносної похибки, поданої у відсотках. Клас точності в такому разі позначається у кружечку цифрою з десятковою комою, наприклад 0,1.

Визначимо для прикладу абсолютну та відносну похибки результату вимірювання напруги 0,786 В цифровим вольтметром класу 0,2. Відносну похибку вимірювання легко визначити, оскільки клас точності 0,2 – це гранично допустиме значення відносної похибки у відсотках, тобто $\delta = 0,02\%$.

Абсолютна похибка вимірювання

$$\Delta = \frac{\delta}{100\%} \cdot U = \frac{0,02}{100} \cdot 0,786 = \pm 0,00016 \text{ В}$$

Результат вимірювання напруги цифровим вольтметром доцільно подати у вигляді $U = (0,78600 \pm 0,00016) \text{ В.}$

3. *Клас точності засобів вимірювання*, в яких адитивна та мультиплікативна складові похибки рівновеликі, позначається двома десятковими цифрами, розділеними косою рискою – c/d , наприклад клас $0,5/0,2$; $c=\delta+\gamma$ – сума граничне допустимих значень відносної мультиплікативної та зведеної адитивної похибки засобу вимірювання; $d=\gamma$ – гранично допустиме значення зведеної адитивної похибки засобу вимірювання.

За наявності в засобі вимірювання кількох діапазонів вимірювання, для кожного з них може бути встановлено свій клас точності. Те саме можна сказати й про засоби вимірювання, що здатні вимірювати декілька фізичних величин, де класи точності вимірювання різних величин можуть відрізнятися один від одного. Наприклад, багатодіапазонні вольтметри можуть мати вищий клас точності при вимірюваннях на діапазонах, що відповідають більшим напругам (300, 150 та 75 В), і нижчий – при вимірюваннях на діапазонах малих напруг (наприклад, 30 та 15 В). Засоби вимірювання, що здатні працювати як на постійному, так і на змінному струмах, можуть мати різні класи точності для різних родів струму.

Для електровимірювальних приладів класи точності можуть мати значення: 0,05; 0,1; 0,2; 0,5; 1,0; 1,5; 2,5; 4,0; 5,0.

Для допоміжних частин (пристроїв), які розширюють можливості вимірювань цими приладами, класи точності можуть бути: 0,02; 0,05; 0,1; 0,2; 0,5; 1,0. До таких частин і пристроїв відносять калібровані шунти, додаткові опори, подільники напруги.

Позначена на приладі величина класу точності обмежує найбільшу допустиму величину основної похибки приладу, зведену до нормувальної величини.

Основна похибка – це похибка, одержана при вимірюваннях за нормальних умов експлуатації приладу й за відсутності зовнішніх чинників, які впливали б на його роботу.

Основна похибка електровимірювальних приладів визначається: для приладів з односторонньою шкалою – у відсотках від кінцевого значення робочої частини шкали; для приладів із двосторонньою шкалою – у відсотках від суми кінцевих значень робочої частини шкали; для приладів із безнульовою шкалою – у відсотках від різниці кінцевого і початкового значень робочої

частини шкали; для приладів із суттєво нерівномірними шкалами – у відсотках від довжини робочої частини шкали.

Основна похибка зразкових катушок опору, шунтів і додаткових опорів визначається у відсотках від їхніх номінальних опорів.

Основна похибка подільників напруги визначається у відсотках від їхніх номінальних коефіцієнтів поділу.

Основна похибка зразкових катушок індуктивності чи взаємоіндуктивності визначається у відсотках відповідно від номінальної величини індуктивності чи взаємоіндуктивності.

Основна похибка зразкових конденсаторів визначається у відсотках від номінальної величини їхньої ємності.

Величини класу точності позначаються на шкалах електровимірювальних приладів на табличках, які є на зразкових мірах та в технічних описах цих та інших засобів вимірювання.

Похибки засобів вимірювання під час їх реальної експлуатації можуть суттєво перевищувати ті значення, які обмежуються величиною класу точності. Це пояснюється можливістю складання додаткових похибок з основною похибкою і наявністю варіації.

Лабораторні вимірювальні прилади (клас точності 2,5) є одношкальними. Шкала рівномірна, робоче положення – горизонтальне.

Вимірювальні прилади для фізпрактикум мають клас точності 1,5 або 2,5. Це прилади багатшкальні та з великими межами вимірювання. Серед них є як рівномірні, так і нерівномірні шкали. Серед них багато універсальних.

Прилади для спостереження і вивчення фізичних явищ у демонстраційному виконанні призначені для демонстрування 1-го досліду. Такі прилади забезпечують видимість. При неможливості безпосереднього спостереження прилад повинен мати пристрої, які забезпечують такі спостереження.

Аналогічні прилади для фронтального експерименту повинні мати просту конструкцію, принцип їх дії повинен бути зрозумілим для учнів.

Прилади для фізпрактикуму по конструкції більш універсальні і можуть мати багатоцільове призначення.

Допоміжні прилади – не повинні відволікати увагу учнів, тому їх фарбують у нейтральні кольори, вони повинні бути стійкими і не створювати додатковий шум чи вібрації.

Більшість джерел струму для демонстрацій мають індикатори вихідної напруги і дозволяють плавно змінити її в заданих межах.

Лабораторні джерела струму є такими, що не регулюють вихідну напругу, тому вони повинні витримувати тривалі перевантаження.

Джерела струму для фізпрактикуму повинні бути комбінованими, забезпечувати напругою, як постійного, так і змінного струмів.