

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ УКРАЇНИ

Кафедра пожежної профілактики в населених пунктах

СТАНДАРТИЗАЦІЯ, МЕТРОЛОГІЯ ТА СЕРТИФІКАЦІЯ У СФЕРІ ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт

Для здобувачів вищої освіти,
які навчаються на **другому** (магістерському) рівні за очною
формою навчання в галузі знань 26 "Цивільна безпека" за
спеціальністю 261 "Пожежна безпека"
(освітньо-професійна програма: "Пожежна безпека")

Харків 2024

Рекомендовано до друку кафедрою
пожежної профілактики в населених
пунктах НУЦЗ України
(протокол від 26.02.2024 № 10)

Укладачі: С. В. Рудаков, Р. І. Майборода

Рецензент: кандидат технічних наук, доцент К.А. Афанасенко, заступник
начальника кафедри пожежної та техногенної безпеки об'єктів та
технологій.

Стандартизація, метрологія та сертифікація у сфері пожежної
безпеки / Укладачі: С. В. Рудаков, Р. І. Майборода. – Х.: НУЦЗУ, 2024.
– 20 с.

В методичних вказівках приведені методичні рекомендації щодо підготовки та
проведення лабораторних робіт за темами дисципліни “Стандартизація, метрологія
та сертифікація у сфері пожежної безпеки”.

ПЕРЕДМОВА

Методичні вказівки для лабораторних робіт, що пропонується, написані відповідно до програми дисципліни “Стандартизація, метрологія та сертифікація у сфері пожежної безпеки”(СМСПБ). Посібник має на меті поглибити і закріпити теоретичні знання здобувачів, набути практичних навичок у методах вимірювання електричних величин, прищепити навички роботи з вимірювальною апаратурою та методики оцінювання результатів вимірювання.

Методичні вказівки мають на меті сприяти подальшому підсиленню практичної направленості навчання з дисципліни СМСПБ.

В посібнику приводяться короткі відомості про прилади, які застосовуються у роботах, а також вказівки щодо підготовки їх до роботи і методики вимірювань за їх допомогою. Наведені також методики проведення обчислення результатів вимірювань та оцінювання похибок вимірювань.

Напередодні занять проводяться цільові самопідготовки, на яких здобувачі вивчають мету та програму роботи, знайомляться з лабораторним устаткуванням, вивчають теоретичний матеріал, викладений на лекціях.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 1 МЕТОДИ ВИМІРЮВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ ВЕЛИЧИН”

1.1 Мета роботи

- набути навички вимірювання електричних величин та оцінювання похибок вимірювань
- набути навички вибору засобів вимірювання для виконання вимірювань.
- провести дослідження щодо впливу вимірювального приладу на результат та похибку вимірювань.

1.2. Програма роботи

1. Ознайомитися з принципами дії та метрологічними характеристиками засобів вимірювань, які використовуються в роботі (В4-13, С1-114, Ц 4311, В7-16).
2. Вивчити методики вимірювань електричних величин.
3. Провести вимірювання постійної напруги за допомогою приладу Ц 4311.
4. Провести вимірювання опору методом двох приладів.
5. Провести вимірювання опору за допомогою приладу В7-15.
6. Провести аналіз результатів вимірювань.

Активний опір (як і індуктивність, взаємна індуктивність, ємність) відноситься до зосереджених параметрів електричних кіл. Їх вимірювання можна здійснити методами безпосередньої оцінки, порівняння, резонансним і деякими іншими. Найвищу точність вимірювання забезпечують методи порівняння. Перевагою резонансних методів є можливість вимірювання параметрів кіл на високих частотах. Методи безпосередньої оцінки, поступаючись за точністю вимірювань методам порівняння, відзначаються простотою. Розглянемо основні питання, пов'язані з вимірюванням активного опору методом безпосередньої оцінки.

Вимірювання активного опору здійснюється на постійному струмі. Найпростішим є метод вольтметра та амперметра, який полягає у вимірюванні напруги U і струму I за схемами (рис.1) та обчисленні опору за формулою:

$$R_x = \frac{U}{I}.$$

При цьому має місце систематична складова інструментальної похибки – похибки взаємодії, яка обумовлена власним споживанням потужності вимірювальними приладами. Для її усунення значення опору треба розраховувати за формулами:

$$R_x = \frac{U_v}{I - \frac{U_v}{R_v}}; \quad R_x = \frac{U}{I} + R_a.$$

При вмиканні приладів за схемами (рис.1,а,б) відповідно, де R_v, R_a – опори вольтметра і амперметра. Якщо опори R_v і R_a невідомі, то схемою (рис.1,а) слід користуватися в тих випадках, коли вимірюваний опір R_x малий у порівнянні з опором R_v вольтметра, а схемою (рис.1,б) – при значеннях опору R_x , значно більших, ніж опір амперметра R_a .

Метод вольтметра і амперметра застосовується, головним чином, при орієнтовних вимірюваннях і тоді, коли опір треба вимірювати при якомусь певному значенні струму чи напруги.

Омметри – це прилади безпосередньої оцінки для вимірювання активного опору. Відрізняють електромеханічні та електронні омметри.

Електромеханічний омметр являє собою сукупність магнітоелектричного вимірювального механізму та джерела постійної напруги (сухого елемента, який розміщується в корпусі приладу, або перетворювача змінної напруги частоти 50 Гц у постійну).

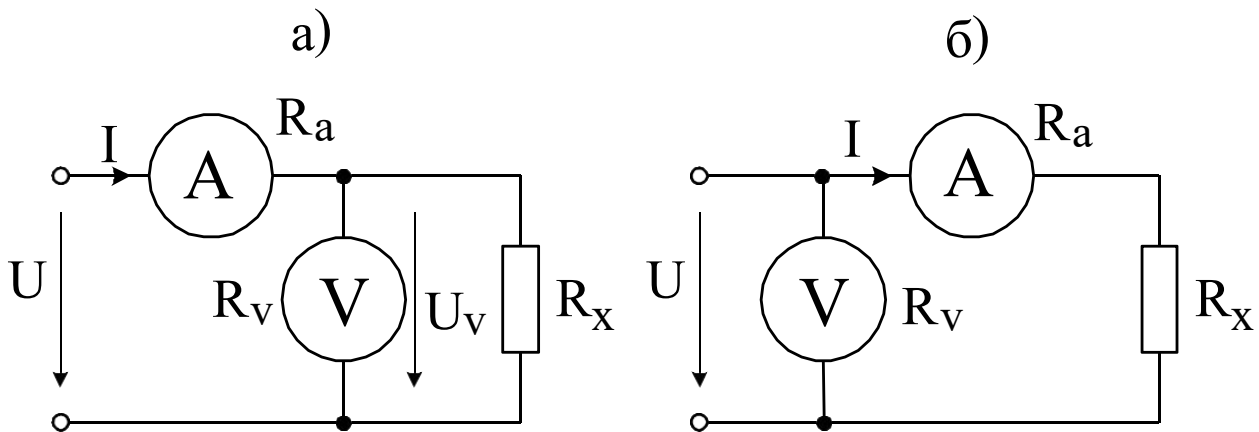


Рис.1 – Схеми вимірювання опорів за методом вольтметра і амперметра:

а) для малих опорів; б) для великих опорів

Вимірюваний опір R_x вмикається послідовно з вимірювальним механізмом або паралельно. Послідовна схема (рис.2,а) використовується при вимірюванні середніх та великих опорів ($R_x = 10 \dots 10^7$ Ом), паралельна схема (рис.2,б) – при вимірюванні малих опорів ($R_x < 10$ Ом).

Градувальна характеристика омметра при послідовному вмиканні опору R_x дорівнює

$$\alpha = S_i I = \frac{S_i U}{R_x + R_p + R_0},$$

а при паралельному вмиканні опору R_x

$$\alpha = S_i I = \frac{S_i U}{R_p + R_0 + \frac{R_x R_0}{R_p}}$$

де S_i – чутливість магнітоелектричного приладу до струму.

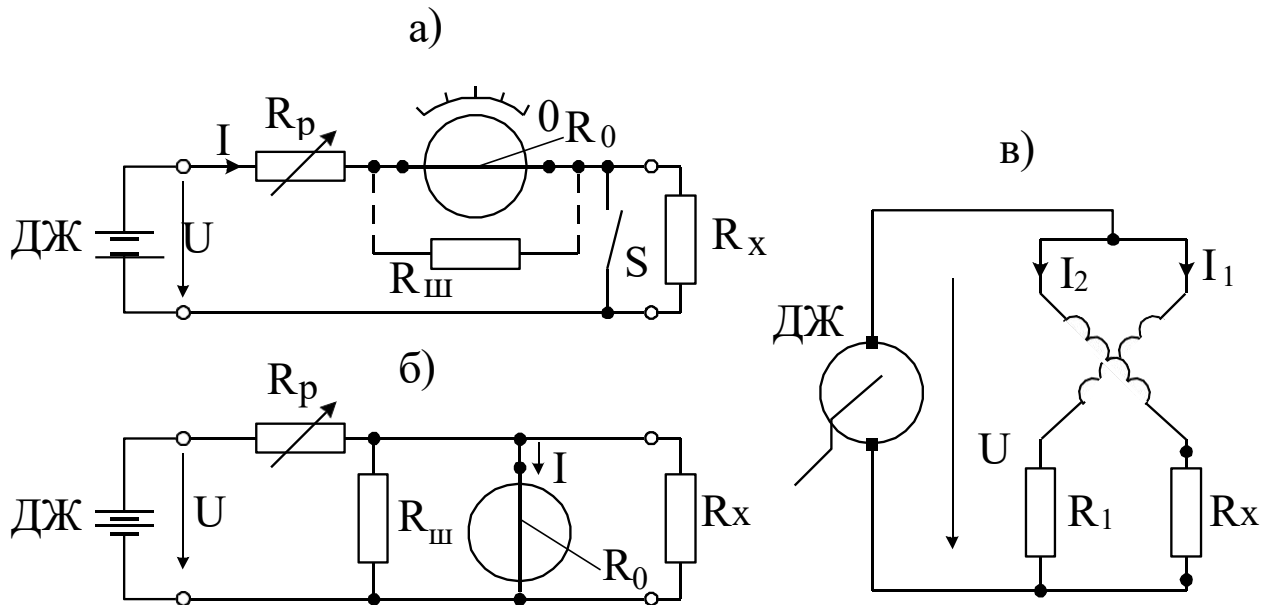


Рис.2 – Схеми омметрів:

а) з послідовним; б) з паралельним вмиканням вимірюваного опору; в) логометричного омметра

Шкали омметрів нерівномірні з межею вимірювання від нуля до нескінченності. Шкала омметра з послідовним вмиканням R_x градується справа наліво, а шкала омметра з паралельним вмиканням R_x – навпаки, зліва направо.

Основна похибка омметра істотно залежить від стабільності напруги U джерела живлення ДЖ, тому перед кожним вимірюванням виконується перевірка та регулювання цієї напруги. У схемі (рис.2,а) вказівник установлюють на позначку “0” шкали при замкнутих затискачах “ R_x ” (за допомогою перемикача S), а в схемі (рис.2,б) вказівник суміщають з позначкою “0” при розімкнутих затискачах “ R_x ”.

Зведену похибку омметра γ визначають як відношення абсолютної похибки Δl , вираженої в одиницях довжини, до довжини шкали l , тобто $\gamma = (\Delta l / l) \cdot 100 \%$.

Для вимірювання опору ізоляції електротехнічних установок застосовують мегаомметри, побудовані на базі магнітоелектричного логометра

(рис.2,в). У коло однієї обмотки логометра вмикається відомий опір R_1 , а в коло іншої обмотки – опір R_x . Підставляючи значення струмів $I_1 = \frac{U}{R_1}$ та

$I_2 = \frac{U}{R_x}$ маємо, для градуювальної характеристики мегаомметра

$$\alpha = F\left(\frac{I_1}{I_2}\right) = F\left(\frac{R_x}{R_1}\right) = F\left(\frac{1}{R_x}\right),$$

тобто показ мегаомметра є функцією вимірюваного опору R_x .

Як джерело живлення використовується електромеханічний генератор постійного струму або генератор змінного струму з перетворювачем змінного струму в постійний, розміщений у корпусі мегаомметра. Ротор генератора приводиться в рух уручну з швидкістю 100...120 об/хв. Оскільки логометричні мегаомметри призначаються для вимірювання у високоомних та високовольтних колах, то номінальну напругу живлення вибирають високою: 100, 250, 500, 1000 та 2500 В, наприклад, мегаомметри класу точності 1,0 типів М1102, М4100, М4101 та інші з межами вимірювань до 500 МОм.

Електронні омметри будують на базі операційних підсилювачів (ОП) (рис.3). При вимірюванні малих значень опорів (до 10^6 Ом) на вході підсилювача вмикається зразковий резистор R_0 , а в коло негативного зворотного зв'язку – вимірюваний резистор R_x (рис.3,а). Вихідна напруга U_x ОП у цій схемі залежить від відношення опорів:

$$U_x = U \frac{R_x}{R_0}.$$

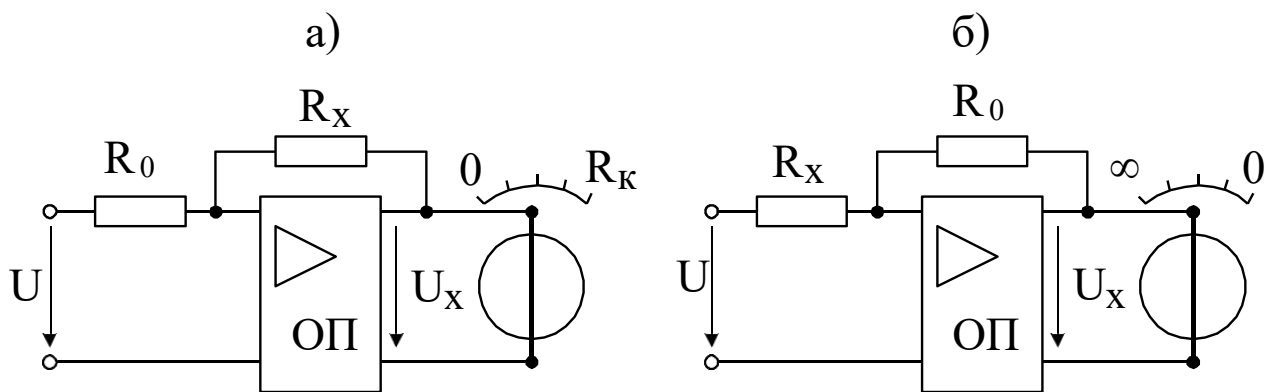


Рис.3 – Схеми омметрів на операційних підсилювачах:

а) для малих опорів; б) для великих опорів

Шкала такого омметра рівномірна зі скінченною межею вимірювань R_K

При вимірюванні великих значень опорів (понад 10^6 Ом) резистори R_x і R_0 (рис.3,б) міняють місцями і тоді

$$U_x = U \frac{R_0}{R_x},$$

а шкала омметра стає нерівномірною з нескінченною межею вимірювань.

Межі вимірювань омметрів з рівномірною шкалою – від 100 Ом до 1 МОм, клас точності 1,5; межі вимірювань омметрів з нерівномірною шкалою – від 1 МОм до 100 МОм, клас точності 2,5.

Порядок виконання роботи

Зібрати схему, наведену на рис.1,а.

Таблиця 1

Схема 1,а						Схема 1,б				
$R_{уст},$ Ом	U, В	I, А	R, Ом	$\Delta R,$ Ом	$\delta R,$ %	U, В	I, А	R, Ом	$\Delta R,$ Ом	$\delta R,$ %

2. За вказівкою викладача встановити 5 значень опору на магазині опорів.
3. Зняти відліки напруги та струму.
4. Занести відліки до таблиці 1.
5. Розрахувати похибку вимірювань за формулами: $\Delta R = R_{уст} - R$;
 $\delta R = \Delta R / R \cdot 100\%$.
6. Підключити прилад В7-15 (ВУ-15) до магазину опорів.
7. Визначити відліки опорів для тих самих значень, що і у п.1-4.
8. Відліки занести в таблицю 2.

Таблиця 2

$R_{\text{уст}},$ Ом	$R,$ Ом	$\Delta R,$ Ом	$\delta R,$ %

9. Зробити висновки по роботі.

10. Оформити звіт.

Звіт повинен містити:

- мету роботи;
- програму роботи;
- схеми експерименту;
- основні формули та розрахунки;
- графіки;
- висновки.

Контрольні питання

1. Як враховується методична похибка вимірювань електричних величин?
2. Як розширити межу вимірювань амперметра?
3. Як розширити межу вимірювань вольтметра?
4. Чим можливо досягти зменшення похибки вимірювань струму, напруги та опору?
5. Дати визначення однополярної змінної напруги.
6. Назвати основні параметри змінної напруги.
7. Що характеризує амплітудне, середнє, середнє випрямлене та середньоквадратичне значення змінної напруги?
8. Що визначають коефіцієнти амплітуди та форми змінної напруги?
9. Поясніть суть методу двох приладів для виміру опору.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 2

ВИЗНАЧЕННЯ ЗАКОНУ РОЗПОДІЛУ ВИМІРЮВАНОЇ ФІЗИЧНОЇ ВЕЛИЧИНИ ТА ОЦІНКА ВИПАДКОВОЇ СКЛАДОВОЇ ПОХИБКИ РЕ- ЗУЛЬТАТУ ВИМІРЮВАННЯ

Основні відомості

1. *Систематична похибка вимірювань* Δ_s – складова похибки вимірювань, що залишається сталою або прогнозовано змінюється в ряді вимірювань однієї й тієї ж величини в однакових умовах;

Систематична похибка шляхом застосування спеціальних способів або засобів вимірювальної техніки може бути визначена з достатньою точністю, і результат вимірювань може бути уточнений шляхом внесення поправок.

Випадкова похибка вимірювань Δ – складова похибки вимірювань, що не прогнозовано змінюється в ряді вимірювань однієї й тієї ж величини. Вона обумовлена великою кількістю факторів, що, як правило, впливають на результат вимірювання і носять випадковий характер: нестабільність напруги мережі живлення, випадкові зміни умов вимірювань, вібрації і т.д. Випадкову похибку принципово неможливо виключити з результату вимірювань, але шляхом збільшення кількості вимірювань і їх статистичної обробки можна оцінити її значення і уточнити результат вимірювань.

Надмірна похибка Δ_n – похибка вимірювання, що суттєво перебільшує очікувану за даних умов вимірювань похибку.

2 Випадкові похибки вимірювань та їх оцінювання

На основі методів теорії імовірностей і математичної статистики вдається уточнити значення одержаного результату вимірювань і оцінити його випадкову похибку, тобто міру наближення результату вимірювань до істинного значення вимірюваної величини. Для оцінки випадкової похибки можуть бути застосовані такі показники:

- числові характеристики випадкової складової похибки вимірювань;
- функція (щільність) розподілу імовірностей випадкової складової похибки вимірювань;
- інтервал, в якому похибка вимірювання знаходиться із заданою імовірністю.

Такі показники визначені в законодавчому порядку. Перші два показники застосовують у тих випадках, коли результат вимірювання призначений для порівняння або використання разом з іншими результатами вимірювань. Показник точності у вигляді інтервалу застосовують у тих випадках, коли результат вимірювання призначений для одноразового використання, наприклад, під час контрольних операцій або якщо на основі результату вимірювань необхідно, наприклад, прийняти рішення про придатність виробу до застосування.

Проведено n спостережень постійної величини, істинне значення якої дорівнює A , і одержані результати спостережень $x_1, x_2, \dots, x_k, \dots, x_n$, що відрізняються один від одного, тобто мають місце випадкові похибки.

Очевидно, що результати спостережень x_1, x_2, \dots, x_n , являють собою можливі значення випадкової величини X .

При обмеженому числі спостережень як результат вимірювання доцільно прийняти оцінку математичного сподівання випадкової величини X , тобто $M[X]$, статистичним аналогом якого є середнє арифметичне значення результатів спостережень.

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i . \quad (1)$$

У реальних умовах, коли число спостережень обмежено, \bar{X} є випадковою величиною. Характеристикою розсіювання середнього арифметичного значення \bar{X} відносно істинного значення величини A є дисперсія або середнє квадратичне відхилення результату вимірювань (СКВРВ), оцінка якого визначається за формулою

$$\tilde{\sigma}_{\bar{X}} = \sqrt{\frac{1}{n(n-1)} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{X})^2} = \tilde{\sigma}_X / \sqrt{n} , \quad (2)$$

де $x_i - \bar{X} = \Delta_i$ – випадкове відхилення результату спостереження;

$$\tilde{\sigma}_X = \sqrt{\frac{1}{(n-1)} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{X})^2} . \quad (3)$$

Оцінка, яка розрахована за формулою (3), зветься оцінкою середнього квадратичного відхилення результату спостереження (СКВРС).

При обмеженому числі спостережень оцінки $\tilde{\sigma}_{\bar{X}}$ і $\tilde{\sigma}_X$ є випадковими величинами, вони характеризують випадкові похибки результату вимірювання і результату спостереження відповідно.

Вирази (2) і (3) справедливі при числі спостережень $n \geq 2$. При збільшенні числа спостережень, тобто при прагненні n до нескінченності, оцінка $\tilde{\sigma}_X$ прагне до генерального значення середнього квадратичного відхилення результату спостереження σ_X , а оцінка $\tilde{\sigma}_{\bar{X}}$, згідно з (2) – до нуля.

Для усунення зміщеності оцінок $\tilde{\sigma}_{\bar{X}}$ в формули (2) і (3) вводять коригувальний коефіцієнт M_k , який залежить від числа спостережень n (табл. 1).

Точність визначення оцінки $\tilde{\sigma}_X$ залежить від числа спостережень n (обсягу вибірки) і форми закону розподілу випадкової величини X . Відносна величина випадкового розкиду $\tilde{\sigma}_X$ визначається співвідношенням:

$$\delta_{\tilde{\sigma}_x} = \frac{\tilde{\sigma}_{\tilde{\sigma}_x}}{\tilde{\sigma}_x} = \frac{k \cdot \sqrt{E-1}}{2\sqrt{n}}, \quad (4)$$

де $\tilde{\sigma}_{\tilde{\sigma}_x}$ – оцінка середнього квадратичного відхилення $\tilde{\sigma}_x$; E – ексцес розподілу.

Таблиця 1

n	M_k	n	M_k	n	M_k
1	1,253	10	1,025	19	1,013
2	1,128	11	1,023	20	1,013
3	1,085	12	1,021	25	1,010
4	1,064	13	1,019	30	1,008
5	1,051	14	1,018	35	1,007
6	1,042	15	1,017	40	1,006
7	1,036	16	1,016	45	1,006
8	1,032	17	1,015	50	1,005
9	1,028	18	1,014	60	1,004

Встановлення закону розподілу (ЗР) випадкової складової похибки вимірювання потребує виконання ряду трудомістких операцій (побудова емпіричного ЗР, вибір теоретичного ЗР, встановлення відповідності обраного теоретичного ЗР емпіричному за деяким критерієм згоди), тому на практиці звичайно використовуються *інтервалові оцінки*.

Сенс такого оцінювання полягає в знаходженні інтервалів, що звуться *довірчими*, між границями яких з певними імовірностями знаходяться істинні значення оцінюваних параметрів. Оскільки ця імовірність, по суті, характеризує надійність результату вимірювання, то звичайно вона задається, виходячи з практичних міркувань, і з урахуванням цього розраховують довірчі границі. Згідно з ГОСТ 8.207-76 довірчу імовірність P для визначення довірчих границь похибки результату технічного вимірювання приймають рівною 0,95. У випадках, коли виконуються високоточні вимірювання або коли вимірювання неможливо повторити, припускається вказувати границі для довірчої імовірності $P = 0,99$. В особливих випадках, наприклад, при вимірюваннях, результати яких мають значення для здоров'я людей, припускається приймати більш високу довірчу імовірність.

Довірчі границі інтервалу можуть бути визначені згідно з формулою

$$\Delta_x = t \cdot \tilde{\sigma}_x \quad (5)$$

Тут t – коефіцієнт, що визначається прийнятою довірчою імовірністю P і законом розподілу випадкової величини – функцією $F(x)$ або щільністю $p(x)$ розподілу імовірностей.

В якості оцінок параметра може бути прийняте математичне сподівання, дисперсія, середнє квадратичне відхилення і т.д.

Часто згідно з умовами вимірювального експерименту достатньо знати орієнтовно апріорний розподіл. В такому випадку використовують відомості про закони розподілу (табл. 2). На відміну від реальних такі функції розподілу є зрізаними, внаслідок чого можна характеризувати їх одним параметром – середнім квадратичним відхиленням похибки.

Граничні значення похибки для $P=1$ знаходять шляхом множення середнього квадратичного відхилення на відповідний коефіцієнт.

Якщо довірча імовірність не дорівнює одиниці, то значення коефіцієнту t для встановленого закону розподілу можна визначити згідно з графіками, що подані на рис. 1.

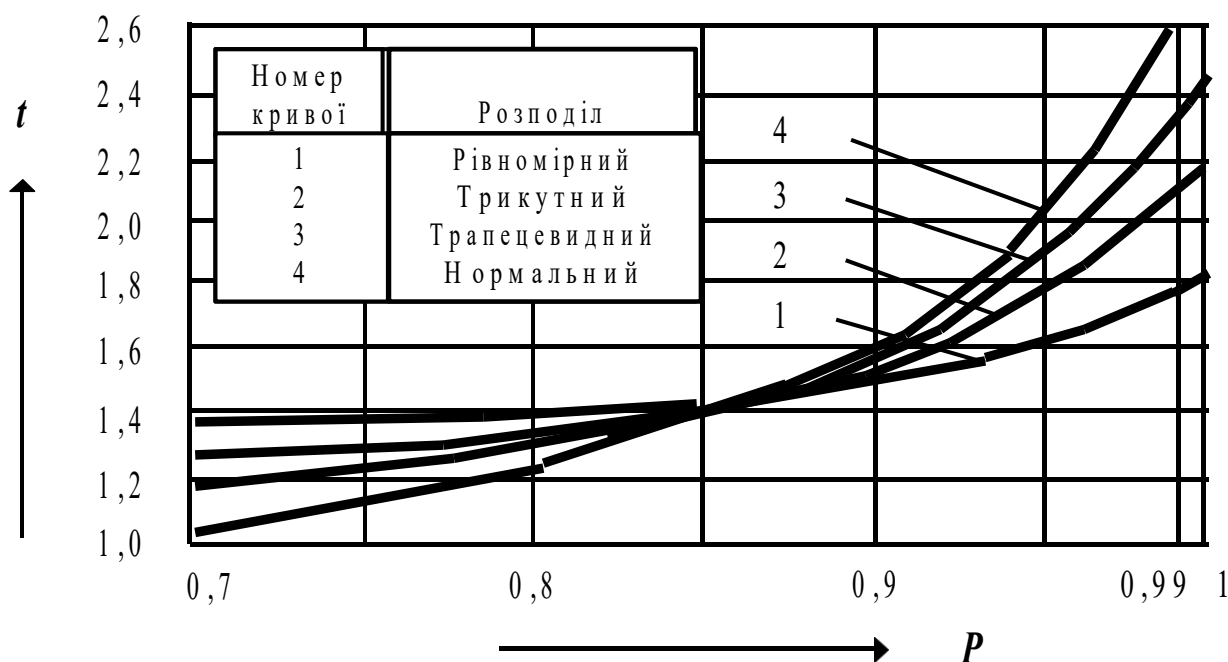


Рис. 1

Оскільки в більшості випадків результати спостережень належать до нормального (або достатньо близького до нього) розподілу, то для визначення значення t при $n > 30$ можна користуватися таблицями значень функцій Лапласа (табл. 3); надійність оцінки зберігається при різному числі спостережень. Ця ж таблиця використовується, коли середнє квадратичне значення похибки вимірювань задано в нормативній документації на ЗВТ.

Якщо ж число спостережень, при яких було визначено значення оцінки мале, тобто $n \leq 30$, але відомо, що випадкова похибка результату спостережень розподілена за нормальним законом, то значення коефіцієнта t (коефіцієнта Ст'юдента) можна визначити за табл. 4. для відомого n . Таблиці 3, 4 побудовані для двосторонньої довірчої імовірності (двостороннього рівня значущості).

Таблиця 2

Закон розподілу	Об'єкти, умови застосування
Нормальний	Випадкові похибки, зокрема флуктуаційні похибки різного роду; похибки багаторазових вимірювань (навіть якщо ЗР імовірностей складових відрізняються від нормального); сумарні похибки великої кількості незалежних окремих похибок (при відсутності домінуючої похибки). При великому числі спостережень
Ст'юдента	Випадкові похибки вимірювань при малому числі спостережень
Рівномірний	Похибки рахування імпульсів за еталонний проміжок часу; похибки, що обумовлені люфтами; похибки округлення результатів; відхилення значень параметрів, що контролюються Відсутні дані для вибору обґрунтованого ЗР
Трикутний (Сімпсона)	Сумарна похибка, що залежить від двох випадкових похибок, які розподілені по однаковому (наприклад, рівномірному) закону; похибки цифрових вимірювальних приладів; похибки вимірювання послаблення, опору і т.д. методом заміщення; похибки вимірювань відрізків часу, довжини і т.д. по двом округленим відрізнякам; нестабільності параметрів усередині заданих границь відхилення від номінального значення

Таблиця 3 – Значення інтеграла імовірностей (функції Лапласа) $\Phi(t)$

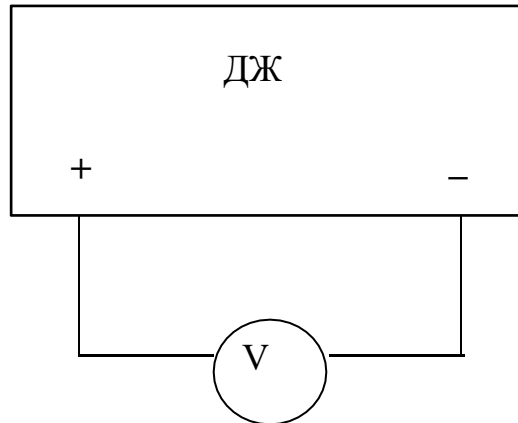
t	P	t	P	t	P
0,00	0,0000	1,00	0,6826	2,0	0,9545
0,05	0,0399	1,05	0,7063	2,1	0,9643
0,10	0,0797	1,10	0,7287	2,2	0,9722
0,15	0,1192	1,15	0,7499	2,3	0,9786
0,20	0,1585	1,20	0,7699	2,4	0,9886
0,25	0,1974	1,25	0,7887	2,5	0,9876
0,30	0,2358	1,30	0,8064	2,6	0,9907
0,35	0,2737	1,35	0,8230	2,7	0,9931
0,40	0,3108	1,40	0,8385	2,8	0,9949
0,45	0,3473	1,45	0,8529	2,9	0,9963
0,50	0,3829	1,50	0,8664	3,0	0,9973
0,55	0,4177	1,55	0,8789	3,1	0,9981
0,60	0,4515	1,60	0,8904	3,2	0,9986
0,65	0,4843	1,65	0,9011	3,3	0,9990
0,70	0,5161	1,70	0,9109	3,4	0,9993
0,75	0,5468	1,75	0,9199	3,5	0,9995
0,80	0,5763	1,80	0,9281	3,6	0,9997
0,85	0,6047	1,85	0,9357	3,7	0,9998
0,90	0,6319	1,90	0,9426	3,8	0,9999
0,95	0,6579	1,95	0,9488	3,9	1,0000

Таблиця 4 – Значення коефіцієнтів Ст'юдента

n	P = 0,9	P = 0,95	P = 0,98	P = 0,99	P = 0,999
3	2,92	4,30	6,96	9,92	31,60
4	2,35	3,18	4,54	5,84	12,92
5	2,13	2,78	3,75	4,60	8,61
6	2,02	2,57	3,36	4,03	6,87
7	1,94	2,45	3,14	3,71	5,96
8	1,89	2,36	3,00	3,50	5,40
9	1,86	2,31	2,90	3,36	5,04
10	1,83	2,26	2,82	3,25	4,78
11	1,81	2,23	2,76	3,17	4,59
12	1,80	2,20	2,72	3,11	4,44
13	1,78	2,18	2,68	3,05	4,32
14	1,77	2,16	2,65	3,01	4,22
15	1,76	2,14	2,62	2,98	4,14
16	1,75	2,13	2,60	2,95	4,07
17	1,75	2,12	2,58	2,92	4,02
18	1,74	2,11	2,57	2,90	3,97
19	1,73	2,10	2,55	2,88	3,92
20	1,73	2,09	2,54	2,86	3,88
22	1,72	2,08	2,52	2,83	3,82
24	1,71	2,07	2,50	2,81	3,77
26	1,71	2,06	2,49	2,79	3,73
28	1,70	2,05	2,47	2,77	3,69
30	1,70	2,04	2,46	2,76	3,66
40	1,69	2,02	2,42	2,70	3,55
50	1,68	2,01	2,40	2,68	3,50
60	1,67	2,00	2,39	2,66	3,46
80	1,66	1,99	2,37	2,64	3,42
100	1,66	1,98	2,36	2,63	3,39

Хід виконання роботи

1. Отримати вихідні данні у керівника заняття.
2. Представити зібрану схему проведення експерименту для перевірки керівнику заняття. Тільки з його дозволу включити апаратуру.



3. Виконати серію ($n = 20$) спостережень значення напруги U .
4. Зробити оцінку закону розподілення значень напруги згідно методики визначення закону розподілення результатів вимірювального експерименту:
 - Скласти варіаційний ряд результатів спостережень $X_1 < X_2 < \dots < X_n$.
 - Визначити розмах значень $R = X_n - X_1$.
 - Визначити число інтервалів $m = 6 \dots 14$ ($n = 20 \dots 200$).
 - Розрахувати ширину інтервалу $d = R/m$. Округлити в більшу сторону.
 - Позначити межі інтервалів $X_{(i+1)} = X_i + d$.
 - Підрахувати кількість результатів спостережень n_i , які попадають в кожний з інтервалів.
 - Побудувати графік з стовпців, висота яких пропорційна частотам $P_i = n_i/n$, (гістограму – емпіричний закон розподілення випадкової величини).
 - Згладити східчасту криву.
 - Порівняти якісну отриману криву з стандартизованими законами розподілення.
5. Розрахувати середнє значення напруги \bar{U} , відхилення значень напруги від середнього значення $\Delta U_i = U_i - \bar{U}$ і квадратів цих відхилень ΔU_i^2 . Результати спостережень та обчислень занести в таблицю.
4. Розрахувати СКВ РС $\tilde{\sigma}$:

$$\tilde{\sigma} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n \Delta U_i^2} .$$

5. Провести оцінку аномальності результатів спостережень (виявити грубі похибки):

– для крайніх членів варіаційного ряду результатів спостережень визначити співвідношення

$$t_j = \frac{U_j - \bar{U}}{\tilde{\sigma}},$$

де $j=1$ и $j=n$;

– значення t_j порівняти зі значенням t_T , які визначаються по таблиці 5 «Коефіцієнти $K_T(t_T)$ » при $P = 0,95$.

Якщо $t_j \leq t'_T$, то серед результатів спостережень грубих похибок немає.

Якщо $t_j > t_T$, то відповідний результат спостереження із розгляду виключається і всі дії повторюються для $(n-1)$ результатів спостережень до отримання виразу $t_j \leq t_T$,

6. Визначити СКВ РВ

$$\tilde{\sigma}_{(U)} = \frac{\tilde{\sigma}}{\sqrt{n}}.$$

7. Визначити межі довірчого інтервалу випадкової складової похибки результату вимірювань

$$\Delta_d = \pm K_p \tilde{\sigma}_{(U)}.$$

Так як $n = 20$, то $\Delta_d = \pm K_p \cdot \tilde{\sigma}_{(U)}$. Значення коефіцієнту t знайти з таблиці 3.

Якщо $n < 20$, то $\Delta_d = \pm K_p \cdot \tilde{\sigma}_{(U)}$. Значення коефіцієнта t_p знайти з таблиці 4.

8. Записати результат вимірювання

$$\Delta U = \bar{U} \pm \Delta_d, \quad P = 0,95.$$

9. Висновки по роботі.

Звіт повинен містити:

- мету і програму роботи;
- перелік засобів вимірювальної техніки;
- схему експерименту;
- результати вимірювань та обчислень (таблиця)
- висновки по роботі.

№	Результати спостережень U_i, B	Відхилення $\Delta U_i = U_i - \bar{U}, B$	$\Delta U_i^2, B$
1	U_1	ΔU_1	ΔU_1^2
2	U_2	ΔU_2	ΔU_2^2
·	·	·	·
·	·	·	·
·	·	·	·
20	U_{20}	ΔU_{20}	ΔU_{20}^2
	$\bar{U} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n U_i, B$	Перевірка $\sum_{i=1}^n \Delta U_i = 0$	$\sum_{i=1}^n \Delta U_i^2, B$

Таблиця 5 – Коефіцієнти K_r

n	K_r		n	K_r	
	P = 0,95	P = 0,99		P = 0,95	P = 0,99
1	2	3	4	5	6
3	1,41	1,41	28	2,76	3,12
4	1,69	1,72	29	2,78	3,14
5	1,87	1,96	30	2,79	3,16
6	2,00	2,13	31	2,80	3,17
7	2,09	2,26	32	2,82	3,18
8	2,17	2,37	33	2,83	3,20
9	2,24	2,46	34	2,84	3,21
10	2,29	2,54	35	2,85	3,22
11	2,34	2,61	36	2,86	3,24
12	2,39	2,66	37	2,87	3,25
13	2,43	2,71	38	2,88	3,26
14	2,46	2,76	39	2,89	3,27
15	2,49	2,80	40	2,90	3,28
16	2,52	2,84	41	2,91	3,29
17	2,55	2,87	42	2,92	3,30
18	2,58	2,90	43	2,93	3,31
19	2,60	2,93	44	2,94	3,32
20	2,62	2,96	45	2,95	3,33
21	2,64	2,98	46	2,96	3,34
22	2,66	3,01	47	2,96	3,35
23	2,68	3,03	48	2,97	3,35
24	2,70	3,05	49	2,98	3,36
25	2,71	3,07	50	2,99	3,37
26	2,73	3,09	51	2,99	3,38
27	2,75	3,11	52	3,00	3,39

ЛІТЕРАТУРА

1. ДСТУ 2462-94 Сертифікація. Основні поняття. Терміни та визначення. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0405-99#Text>
2. Метрологія, стандартизація і сертифікація з питань пожежної безпеки : Курс лекцій / Уклад. С.В. Рудаков. Х.: НУЦЗУ, 2016. 58 с. Електронна бібліотека НУЦЗУ.
3. Державна система стандартизації. К.: Держстандарт України, 2013. 312 с.
4. Правові проблеми стандартизації, метрології та якості продукції. К.: Видання стандартів, 2012. 264 с.
5. Метрологія, стандартизація, управління якістю і сертифікація / Р.В. Бичковський, П.Г. Столярчук, П.Р. Гамула – Львів, 2022. 560 с.
6. Саранча Г.А. Метрологія, стандартизація та управління якістю. К.: Либідь, 2014. 256 с.
7. Рудаков С.В., Семків О.М. Стандартизація, метрологія та сертифікація у сфері пожежної безпеки. Курс лекцій. Харків. вид-во «Мадрид» 2021. - 65с. <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/14987>

Навчальне видання

**СТАНДАРТИЗАЦІЯ, МЕТРОЛОГІЯ ТА СЕРТИФІКАЦІЯ
У СФЕРІ ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ**

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт

Для здобувачів вищої освіти,
які навчаються на **другому** (магістерському) рівні заочною формою
навчання в галузі знань 26 "Цивільна безпека" за спеціальністю 261
"Пожежна безпека"
(освітньо-професійна програма: "Пожежна безпека")

Підписано до друку 13.09.2024. Формат 60x84 1/16.
Умовн.-друк. арк. 1,1.
Вид. № 39/24.

Сектор редакційно-видавничої діяльності
Національного університету цивільного захисту України
61023 м. Харків, вул. Чернишевська, 94.
www.nuczu.edu.ua