

# Метрологія для підприємства

Оброблення  
результатів нерівноточних  
спостережень

Омметри і фарадометри:  
особливості калібрування  
засобів виміральної  
техніки

Переведення цифрових  
манометрів в індикатори:  
чи можливо і як це зробити

**ЗВТ в акредитованій  
випробувальній лабораторії:  
калібрувати чи повірити**

# Зміст номера

## № 01 / 2024, лютий

---

### ПОВІРКА КАЛІБРУВАННЯ

Ольга Малецька

**ЗВТ в акредитованій випробувальній лабораторії: калібрувати чи повіряти**

---

### ВИМІРЮВАННЯ ТА ВИПРОБУВАННЯ

Олег Новосьолов

**Оброблення результатів нерівноточних спостережень**

---

### ПОВІРКА КАЛІБРУВАННЯ

Ілля Дяговченко

**Омметри і фарадометри: особливості калібрування засобів виміральної техніки**

---

### ЕКСПЕРТНИЙ КОМЕНТАР

Марина Москаленко

**Переведення цифрових манометрів в індикатори: чи можливо і як це зробити**

---

### ВИМІРЮВАННЯ ТА ВИПРОБУВАННЯ

Наталія Бойко

**Оцінювання придатності до роботи ЗВТ: чим керуватись**

---

### ЕКСПЕРТНИЙ КОМЕНТАР

Ольга Малецька

**Обладнання затвердженого типу: що це і як оцінювати його відповідність**

---

### ЕКСПЕРТНИЙ КОМЕНТАР

Марина Москаленко

**Відкалібровані ЗВТ: чи потрібні додаткові дії для введення в експлуатацію**

---

### ЕКСПЕРТНИЙ КОМЕНТАР

Наталія Бойко

**Певірка після ремонту ЗВТ: чи завжди слід проводити**

---

### ЕКСПЕРТНИЙ КОМЕНТАР

Ольга Малецька

**Декларація про відповідність ЗВТ: що робити, коли закінчується термін дії**

---

### МЕТРОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Марина Чмуж

**3D-сканери: використання у промисловості та лабораторіях**

---

### РЕЄСТР ЗВТ

**Оновлюваний Реєстр затверджених типів засобів виміральної техніки**



Ольга Малецька,

директор ІПКМ ГО «Академія метрології України»

№ 01 / 2024, лютий / **Повірка калібрування**

# **ЗВТ в акредитованій випробувальній лабораторії: калібрувати чи повірять**

**З листа до редакції:**

Що робити, коли для акредитації в НААУ (як випробувальна лабораторія) потрібно тільки калібрування ЗВТ, а повірка їм не підходить?

На який документ ми можемо посилатись, щоб проводити повірку нашого ЗВТ, і як встановити міжповірочний інтервал?

Коли керівництво приймає рішення щодо акредитації випробувальної лабораторії, то це означає, що лабораторія повинна виконувати всі вимоги того документа, за яким НААУ проводить акредитацію.

Відповідність вимогам ДСТУ EN ISO/IEC 17025:2019, за яким проводиться акредитація випробувальної лабораторії, означає, що у своїй діяльності лабораторія реалізує ці вимоги у сфері акредитації.

У [ДСТУ EN ISO/IEC 17025:2019](#) передбачено проведення **виключно калібрування** засобів виміральної техніки, і цю саму вимогу підтверджує [Закон України «Про метрологію та метрологічну діяльність»](#).

У ст. 17 Закону зазначено: «Не підлягають періодичній повірці та повірці після ремонту законодавчо регульовані засоби виміральної техніки, що застосовуються органами з оцінки відповідності (у тому числі випробувальними та калібрувальними лабораторіями), акредитованими національним органом України з акредитації чи національними органами з акредитації інших держав, для провадження діяльності, стосовно якої їх було акредитовано».

Отже, калібрування засобів виміральної техніки в акредитованих випробувальних лабораторіях підтверджено на законодавчому рівні. Тому проводити повірку засобів виміральної техніки, хоч вони й належать до законодавчо регульованої метрології, недоцільно.

Однак у лабораторії може склестися така ситуація, що у сферу акредитації внесено не всі випробування, які може проводити лабораторія. Лабораторія ж їх проводить, і для цього їй необхідно мати саме повірені засоби виміральної техніки.

Ті засоби виміральної техніки, які одночасно застосовуються у сфері акредитації та поза цією сферою, лабораторія повинна піддавати **й калібруванню, і повірці**.

Водночас, якщо засоби виміральної техніки не належать до законодавчо регульованих, міжповірочний інтервал таких засобів встановлюється підприємством на підставі рекомендації виробника та/або на підставі аналізування на підприємстві:

- якості засобу;
- умов його використання;
- аналізу попередніх результатів його повірки тощо.

Можна застосувати [ДСТУ ILAC G 24/OIML D 10:2013](#), який використовується для встановлення та коригування міжкалібрувального інтервалу.

Для законодавчо регульованих засобів виміральної техніки, що перебувають в експлуатації та підлягають періодичній повірці та повірці після ремонту, повірка проводиться з міжповірочним інтервалом, встановленим у [Наказі Мінекономіки України від 30.10.2016 № 1747](#).



**Олег Новосьолов,**

начальник метрологічної лабораторії ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг»

№ 01 / 2024, лютий / **Вимірювання та випробування**

# Оброблення результатів нерівноточних спостережень

Завдання об'єднання результатів вимірювань має велике значення для метрології, але при цьому важливо відрізнити ситуації, за яких об'єднання результатів вимірювання виправдане, від тих, за яких воно неприпустиме

Метою оброблення результатів спостережень є встановлення значення вимірюваної величини й оцінювання похибки або невизначеності отриманого результату вимірювання.

Правильно обробити отримані результати спостережень – це отримати найточнішу оцінку дійсного значення вимірюваної величини на основі наявного у нашому розпорядженні статистичного матеріалу (сукупності результатів спостережень) та правильно визначити точність отриманої оцінки.

Методи оброблення результатів спостережень можуть бути різними – залежно від попередньої інформації, яку має метролог про:

- джерела і характер прояву похибок;
- умови вимірювань;
- властивості використовуваних засобів вимірювальної техніки;
- вид вимірювань;
- кількість виконаних вимірювань тощо.

У практичній роботі метролога нерідко бувають випадки, коли для більш надійного визначення деякої величини збирають результати вимірювань різного походження, тобто зроблені різними засобами вимірювальної техніки й різними методами. Отже, постає завдання об'єднати отримані дані для того, щоб знайти найбільш точну оцінку вимірюваної величини.

Завдання об'єднання результатів вимірювань має велике значення для метрології, але при цьому важливо відрізнити ситуації, за яких об'єднання результатів вимірювання виправдане, від тих, за яких воно неприпустиме. Адже немає сенсу у поєднанні результатів вимірювань, у яких, власне, вимірювалися різні величини.

Вимірювання, що належать до мір та робочих еталонів, часто повторюються через деякий час, і таким чином, накопичуються ряди спостережень, тому виникає потреба об'єднати їх.

Точність рядів спостережень різна: з одного боку, через те, що для проведених вимірювань характерно більше розсіювання результатів, а з іншого – через те, що з часом засоби вимірювальної техніки старіють або їх замінюють новими. Тоді доводиться вдаватися до методів оброблення результатів нерівноточних рядів спостережень, завдання яких у загальному випадку полягає у знаходженні найбільш достовірного значення вимірюваної величини та оцінки відтворюваності вимірювань.

**Нерівноточні вимірювання** – це вимірювання однієї й тієї самої величини, виконані з різною точністю, різними приладами, у різних умовах, різними метрологами.

Розглянемо оброблення результатів вимірювань однозначної міри електричного опору котушки електричного опору Р321 (номінальне значення опору 10 Ом), виконаних різними метрологічними організаціями та різними методами.

Основою для розрахунку є такі дані:

1)  $\bar{R}_1; \bar{R}_2 \dots; \bar{R}_m$  – середні арифметичні  $m$  рядів рівноточних результатів спостережень постійної величини  $R$ ;

2)  $\sigma_1; \sigma_2; \dots; \sigma_m$  – середні квадратичні відхилення (або їхні оцінки) результатів спостережень в окремих рядах;

3)  $n_1; n_2; \dots; n_m$  – числа спостережень у кожному ряду;

4)  $m$  – число рядів.

Однозначні міри електричного опору широко використовуються як прецизійні резистори, що вбудовуються в прилади та вимірювальні комплекси як робочі еталони мір електричного опору, що застосовуються для перевірки чи калібрування цифрових омметрів, як прецизійні шунти й додаткові опори, призначені для розширення меж вимірювання електровимірювальних приладів за струмом і напругою в ланцюгах постійного та змінного струму до частоти 1 МГц.

Згідно з [Постановою КМУ «Про затвердження переліку категорій законодавчо регульованих засобів вимірювальної техніки, що підлягають періодичній повірці» від 04.06.2015 № 374](#) міри електричного опору (однозначні та багатозначні) віднесено до категорії законодавчо регульованих засобів вимірювальної техніки, що підлягають періодичній повірці, якщо вони застосовуються під час контролю безпеки умов праці.

Відповідно до [Наказу Міністерства економіки України «Про затвердження міжповірочних інтервалів законодавчо регульованих засобів вимірювальної техніки, що перебувають в експлуатації, за категоріями» від 13.10.2016 № 1747](#) для мір електричного опору (однозначних та багатозначних) затверджено міжповірочний інтервал – **один рік**.

Повірку однозначних мір електричного опору здійснюють відповідно до ДСТУ ГОСТ 8.237:2008 «Метрологія. Міри електричного опору однозначні. Методика повірки (ГОСТ 8.237-2003, IDT)». У стандарті вказано різні методи повірки однозначних мір електричного опору:

- пряме вимірювання за допомогою цифрового омметра;
- вимірювання за допомогою містка постійного струму (пряме вимірювання, вимірювання методом заміщення, методом перестановки);
- вимірювання за допомогою компаратора опорів;
- вимірювання за допомогою компаратора напруги або потенціометра постійного струму.

Вимірювання за допомогою компаратора опорів є найбільш точним та поширеним методом повірки однозначних мір електричного опору.

Допустиме відхилення опору котушки P321 від номінального значення 10 Ом через неточність припасування не повинно перевищувати  $\pm 0,01\%$  для класу точності 0,01 і  $\pm 0,02\%$  для класу точності 0,02 за температури 20 °С і потужності, що не вища ніж номінальна.

За результатами повірки різними метрологічними організаціями були отримані такі результати вимірювання значення опору котушки P321 (таблиця 1).

Таблиця 1. Результати вимірювання значення опору котушки P321

Виміряне значення опору, Ом	Застосовувані робочі еталони
10,00002 ± 0,00005	компаратор опору P3015, місток вимірювання опору постійного струму УМИС-2, міра електричного опору 1 розряду P321
9,99997 ± 0,00005	
10,0000 ± 0,0001	
10,00074 ± 0,00041	мультиметр Transmille 8081
9,99853 ± 0,00011	
10,00015 ± 0,00016	
10,00045 ± 0,00016	

Оскільки вимірювання нерівноточні, то за результат вимірювання необхідно взяти середнє зважене результатів, отриманих в різних групах:

$$\bar{R}_{ЗВ} = \frac{\bar{R}_1 \cdot \rho_1 + \bar{R}_2 \cdot \rho_2 + \dots + \bar{R}_m \cdot \rho_m}{\rho_1 + \rho_2 + \dots + \rho_m} = \frac{\sum_{i=1}^m \bar{R}_i \cdot \rho_i}{\sum_{i=1}^m \rho_i},$$

де  $\rho$  – вага результатів вимірювань, отриманих в кожній групі.



Поняття «вага» відображає ступінь довіри до результату вимірювання: що більший ступінь довіри до результату, то більша його вага і більше число, що виражає цю вагу.

$$\rho_i = \frac{1}{\sigma_{R_i}^2},$$

тоді:

$$\rho_1 = \frac{1}{\sigma_{R1}^2} = \frac{1}{0,00005^2} = 4 \cdot 10^8 \text{ Ом}$$

$$\rho_2 = \frac{1}{\sigma_{R2}^2} = \frac{1}{0,00005^2} = 4 \cdot 10^8 \text{ Ом}$$

$$\rho_3 = \frac{1}{\sigma_{R3}^2} = \frac{1}{0,0001^2} = 10^8 \text{ Ом}$$

$$\rho_4 = \frac{1}{\sigma_4^2} = \frac{1}{0,00041^2} = 5,9 \cdot 10^6 \text{ Ом}$$

$$\rho_5 = \frac{1}{\sigma_{R5}^2} = \frac{1}{0,00011^2} = 8,3 \cdot 10^7 \text{ Ом}$$

$$\rho_6 = \frac{1}{\sigma_{R6}^2} = \frac{1}{0,00016^2} = 3,9 \cdot 10^7 \text{ Ом}$$

$$\rho_7 = \frac{1}{\sigma_{R7}^2} = \frac{1}{0,00016^2} = 3,9 \cdot 10^7 \text{ Ом}$$

Визначаємо співвідношення ваг:

$$\begin{aligned} \rho_1 : \rho_2 : \rho_3 : \rho_4 : \rho_5 : \rho_6 : \rho_7 &= \frac{1}{\sigma_{R1}^2} : \frac{1}{\sigma_{R2}^2} : \frac{1}{\sigma_{R3}^2} : \frac{1}{\sigma_{R4}^2} : \frac{1}{\sigma_{R5}^2} : \frac{1}{\sigma_{R6}^2} : \frac{1}{\sigma_{R7}^2} = \\ &= 4 \cdot 10^8 : 4 \cdot 10^8 : 10^8 : 5,9 \cdot 10^6 : 8,3 \cdot 10^7 : 3,9 \cdot 10^7 : 3,9 \cdot 10^7. \end{aligned}$$

Після скорочення отримаємо:

$$\rho_1 = 40; \rho_2 = 40; \rho_3 = 10; \rho_4 = 0,59; \rho_5 = 8,3; \rho_6 = 3,9; \rho_7 = 3,9.$$

Підставляючи у формулу визначення середнього зваженого результатів отримані середні арифметичні значення результатів вимірювань у кожній групі, а також розраховані значення ваги результатів вимірювань, отримуємо:

$$\bar{R}_{3B} = 9,99991 \text{ Ом.}$$

Знаходимо середню квадратичну похибку середнього зваженого за формулою:

$$\sigma_{R_{3B}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^m \rho_i \cdot r_i^2}{m(m-1) \cdot \sum_{i=1}^m \rho_i}},$$

де:

$$r_1 = (\bar{R}_1 - \bar{R}_{3B}) = (10,00002 - 9,99991) = 0,00011$$

$$r_2 = (\bar{R}_2 - \bar{R}_{3B}) = (9,99997 - 9,99991) = 0,00006$$

$$r_3 = (\bar{R}_3 - \bar{R}_{3B}) = (10,0 - 9,99991) = 0,00009$$

$$r_4 = (\bar{R}_4 - \bar{R}_{3B}) = (10,00074 - 9,99991) = 0,00083$$

$$r_5 = (\bar{R}_5 - \bar{R}_{3B}) = (9,99853 - 9,99991) = -0,00138$$

$$r_6 = (\bar{R}_6 - \bar{R}_{3B}) = (10,00015 - 9,99991) = 0,00024$$

$$r_7 = (\bar{R}_7 - \bar{R}_{3B}) = (10,00045 - 9,99991) = 0,00054$$

Підставляючи всі відомі величини у формулу для визначення  $\sigma_{R_{3B}}$ , отримуємо:

$$\sigma_{R_{3B}} = 0,00001 \text{ Ом.}$$

Кінцевий результат вимірювання дійсного значення опору котушки P321 буде:

$$R = \bar{R}_{3B} \pm \sigma_{3B} = (9,99991 \pm 0,00001) \text{ Ом}$$

Аналізуючи отриманий результат оброблення вимірювань опору котушки P321 можна дійти висновку, що **котушка відповідає класу точності 0,01.**

---



**Ілля Дяговченко,**

доцент кафедри електроенергетики Сумського державного  
університету, кандидат технічних наук

№ 01 / 2024, лютий / **Повірка калібрування**

# Омметри і фарадометри: особливості калібрування засобів вимірювальної техніки

Невизначеність, яка оцінюється під час калібрування, стосується саме наведених вимірюваних величин (зміщення, номінального значення) і обумовлена невизначеністю еталона, методикою калібрування, умовами довкілля та залежить від компетентності оператора

## Калібрування: вимоги законодавства та нормативно-технічної документації

Під **калібруванням** засобів вимірювання (*далі – ЗВ*) мається на увазі сукупність операцій, що виконуються з метою визначення та підтвердження дійсних значень метрологічних характеристик та/або придатності до застосування ЗВ, яка не підлягає державному метрологічному контролю та нагляду. При цьому еталони, установки та інші ЗВ, що застосовуються під час калібрування відповідно до встановлених правил, називаються **засобами калібрування**.

Слід розрізняти процедуру калібрування й процедуру повірки:

- **повірка** здійснюється для перевірки відповідності вимірювань певним стандартам;
- **калібрування** має на меті приведення вимірювань приладу до цих стандартів.

Згідно з [Законом України «Про метрологію та метрологічну діяльність»](#) діяльність, пов'язана із забезпеченням єдності вимірювань, належить до метрологічної діяльності. Отже, метрологічними вважаються і калібрувальні лабораторії. Підприємства і їхні відокремлені підрозділи, що здійснюють калібрування засобів вимірювальної техніки (ЗВТ), можуть мати менш конкретні назви, головне, яку метрологічну діяльність вони здійснюють.

Калібрування є одним з основних заходів, спрямованих на забезпечення єдності й достовірності вимірювань, і повинне проводитись згідно з нормативною документацією:

- державних стандартів на методи й засоби калібрування;
- інструкцій Держспоживстандарту;
- методичних вказівок і методик метрологічних інститутів.

Для забезпечення калібрування вузькогалузевих або нестандартних засобів вимірювання застосовують методичні вказівки (інструкції).

#### **У нормативно-технічній документації:**

- зазначається, на які прилади (або групи приладів) вона розповсюджується;
- наводиться перелік операцій калібрування, необхідних для визначення придатності ЗВ;
- перелічуються вимоги до зразкових ЗВ, які використовуються під час калібрування, з вказівкою їхнього найменування і розряду згідно з державною схемою повірки.

Окрема увага приділяється методикам проведення калібрування й опрацювання результатів вимірювання. При цьому, як правило, вказуються межі допустимих відхилень метрологічних параметрів або робиться посилання на технічні вимоги/умови.

У Законі України «Про метрологію та метрологічну діяльність» відсутні вимоги щодо атестації калібрувальних лабораторій, натомість Закон встановлює вимоги стосовно проведення калібрування ЗВТ як добровільної метрологічної роботи.

Калібрування ЗВТ на підприємстві можуть проводити акредитовані та неакредитовані лабораторії.

Під час акредитації встановлюється компетентність калібрувальної лабораторії проводити калібрування в певній сфері діяльності, зокрема на замовлення акредитованих випробувальних лабораторій.

Для акредитації калібрувальна лабораторія має впровадити ДСТУ EN ISO/IEC 17025:2019 «Загальні вимоги до компетентності випробувальних та калібрувальних лабораторій». Для здійснення цієї процедури слід звернутися до Національного агентства з акредитації України.

У [ДСТУ EN ISO/IEC 17025](#) визначено загальні вимоги щодо компетентності, неупередженості та стійкого функціонування лабораторій, які застосовуються до будь-яких організацій, незалежно від чисельності персоналу.

Цей стандарт містить вимоги до лабораторій, які дають їм можливість продемонструвати свою компетентність та здатність отримувати достовірні результати.

Якщо акредитація калібрувальної лабораторії не передбачається, то обов'язково слід мати документально підтверджену простежуваність власних еталонів до національних еталонів.

Це означає, що робочі еталони повинні бути калібровані в акредитованих калібрувальних лабораторіях з відповідної сфери діяльності.

## Омметри: особливості підключення, будова шкали

Для калібрування приладів важливо розуміти особливості їх підключення і будову шкали.

Омметри належать до ЗВТ із магнітоелектричною системою, можуть мати послідовну або паралельну схему включення.

Якщо прилад призначений для вимірювання опорів порядку кількох тисяч Ом, то він має послідовну схему включення і зворотну шкалу (*рисунок 1*).

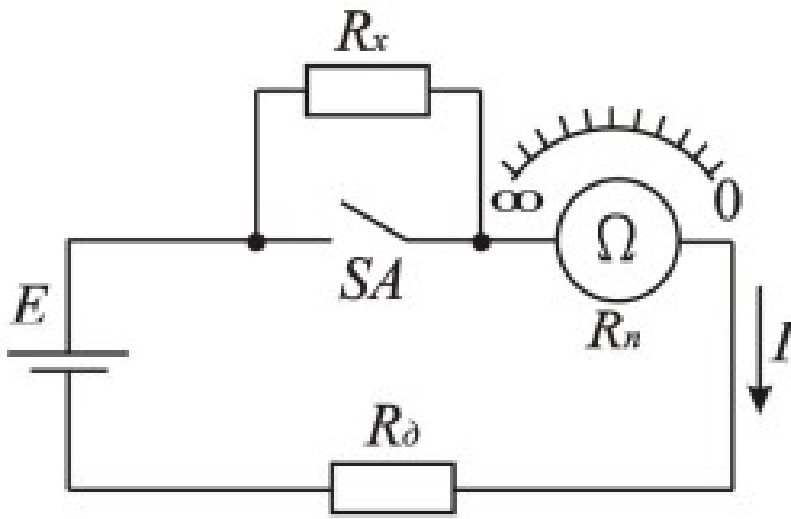


Рисунок 1. Схема омметра послідовного включення зі зворотною шкалою (для вимірювання опорів понад 100 Ом)

Такі омметри працюють наступним чином.

Перед вимірюванням натискають кнопку  $SA$ , яка шунтує вимірюваний опір, і за допомогою магнітного шунта встановлюють стрілку на контрольну позначку.

Відпускаючи кнопку, включають в коло вимірюваний опір  $R_x$ .

Стрілка приладу покаже значення вимірюваного опору.

Особливість омметра з послідовною рамкою (з послідовним включенням) – у зворотній шкалі: нульова позначка розташована праворуч від шкали, а позначка максимального значення опору – ліворуч. Це пояснюється тим, що під час вимірювання великих опорів через рамку приладу протікає незначний струм.

Цей струм може бути визначений за формулою:

$$I = \frac{E}{R_x + R_d + R_n}$$

де:

$E$  – електрорушійна сила джерела живлення, В;

$R_x$  – вимірюваний опір, Ом;

$R_d$  – додатковий опір, що обмежує силу струму, Ом;

$R_{\Pi}$  – внутрішній опір приладу, Ом.

Оскільки  $R_D$  і  $R_{\Pi}$  постійні, то значення струму в колі залежатиме від вимірюваного опору  $R_x$ , отже, шкалу приладу можна відградуювати в одиницях вимірюваного опору.

Рівняння шкали за послідовного включення:

$$\alpha = f(R_x) = \frac{E}{(R_x + R_D + R_{\Pi}) \cdot C_I'}$$

де  $C_I$  – ціна розподілу приладу за струмом.

Омметри, призначені для вимірювань опорів до 100 Ом, зазвичай мають паралельну схему включення і пряму шкалу (рисунк 2).

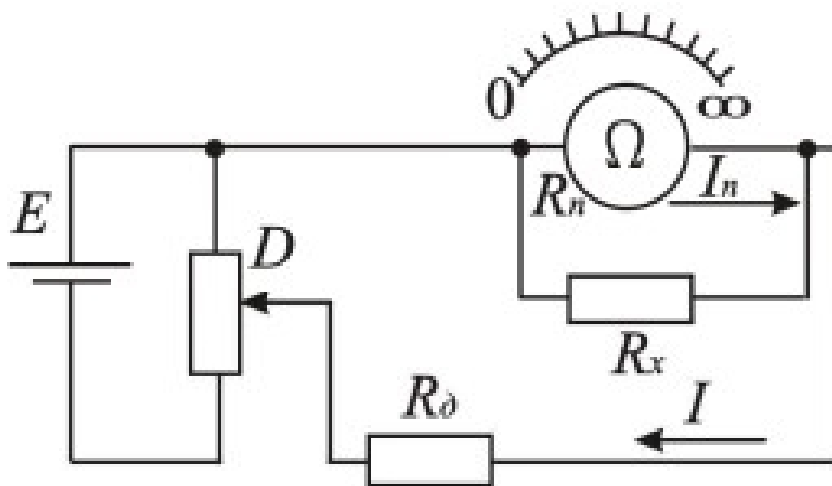


Рисунок 2. Схема омметра паралельного включення з прямою шкалою (для вимірювання опорів до 100 Ом)

Струм, що протікає через прилад з паралельною схемою включення:

$$I = \frac{E}{R_D + R_{\Pi} + \frac{R_D \cdot R_{\Pi}}{R_x}}$$

Рівняння шкали за паралельного включення:

$$\alpha = f(R_x) = \frac{E \cdot C_I}{R_D + R_{II} + \frac{R_D \cdot R_{II}}{R_x}}$$

Здебільшого омметри виготовляються у виді переносних приладів порівняно невеликої точності (класи 1,5 або 2,5) і в якості джерела живлення мають суху батарею.

Як приклад, на *рисунку 3* зображено омметр М419, призначений для вимірювань опорів від 0 до 5 МОм на частотах від 45 до 500 Гц.



Рисунок 3. Зовнішній вигляд омметра щитового М419

Характеристики омметра:

- споживана потужність – не більше ніж 1 Вт;
- вхідний опір – 250 кОм;
- клас точності – 2,5.

Сучасна промисловість випускає низку цифрових омметрів підвищеної точності з широким діапазоном вимірювань.

На *рисунку 4* зображено цифровий міліомметр Lutron MO-2001 для професійних вимірювань.





Рисунок 4. Зовнішній вигляд міліомметра Lutron MO-2001

Застосовуючи дві вимірювальні клеми, прилад використовує джерело постійного струму для протікання стабільного струму через тестовий об'єкт. Ще дві клеми вимірюють падіння напруги.

Вимірювальні можливості міліомметра:

- діапазон вимірюваних опорів – від 1 мОм до 2 МОм;
- похибка вимірювань – не вище ніж  $\pm 0,75\%$ .

## Фарадометри: схема підключення

**Фарадометр** – це логометр (магнітоелектричний електровимірювальний прилад для вимірювання відношення сил двох електричних струмів) електродинамічної системи.

Схема підключення фарадометра зображена на *рисунку 5*.

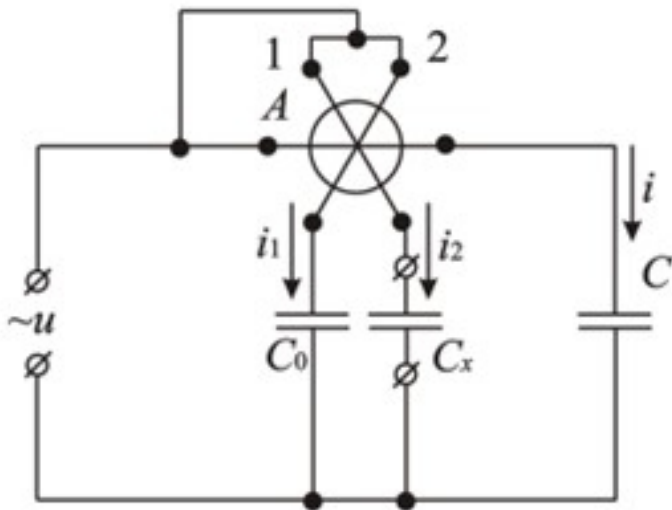


Рисунок 5. Схема підключення фарадометра

Нерухому котушку логометра з'єднують послідовно з конденсатором постійної ємності  $C$  і підключають до напруги живлення  $U$  мережі змінного струму.

Послідовно з однією з рухомих котушок включається зразкова ємність  $C_0$ , а послідовно з іншою – вимірювана ємність  $C_x$ .

Опори котушок роблять настільки малими у порівнянні з опором конденсаторів, щоб струми в котушках залежали лише від ємності.

У такому випадку:

$$I_1 = U \cdot \omega \cdot C_x,$$

$$I_2 = U \cdot \omega \cdot C_0,$$

де  $\omega$  – кутова частота, рад/с.

Оскільки струми збігаються за фазами, то рівняння шкали має такий вигляд:

$$\alpha = f \left( \frac{I_1}{I_2} \right) = f \left( \frac{C_x}{C_0} \right).$$

Промисловість випускає різні варіанти фарадометрів для вимірювань ємності, наприклад, прилад ДММ6013 з електронним дисплеєм (рисунок 6).



Рисунок 6. Зовнішній вигляд вимірювача ємності DMM6013

Межа вимірювань приладу – від 200 пФ до 20000 мкФ.

Похибка вимірювання варіюється залежно від діапазону вимірюваної ємності – від  $\pm 0,5\%$  до  $\pm 3\%$ .

Джерело живлення – батарея 9 В.

## Чим керуватися під час калібрування?

Під час калібрування ЗВ доцільно керуватися ДСТУ OIML D 5:2007 «Метрологія. Повірочні схеми для засобів вимірювальної техніки. Правила розроблення» (OIML D 5:1982, IDT). У стандарті визначено загальні правила встановлювання повірочних схем для ЗВТ різних величин, а для практичної реалізації цих схем пропонуються схеми ланцюгів калібрування.

У ДСТУ OIML D 5:2007 зазначено, що він «може бути прийнятим для використання організаціями, які бажають розробити ланцюги калібрування для власних ЗВ на національному рівні, відповідно до потреб кожної країни та згідно з Міжнародними рекомендаціями».

Також в Україні використовують ДСТУ ГОСТ 8.409:2009 «ГСИ. Омметри. Методы и средства поверки».

Калібрування омметрів і фарадометрів має багато спільного, тому доцільно розглянути калібрування омметрів, а потім вказати особливості калібрування фарадометрів.

# Калібрування омметрів: застосовуємо метод безпосереднього порівняння

Під час періодичної повірки/калібрування омметрів проводять:

- зовнішній огляд приладу;
- апробування омметра;
- визначення основної похибки й варіації показів.

Додатково (після виготовлення або ремонту) перевіряються інші показники, серед яких слід окремо розглянути:

- визначення напруги на розімкнутих затискачах приладу;
- визначення основної похибки й варіації показів.

## 1. Визначення напруги на розімкнутих затискачах приладу

Номінальна напруга на клеммах деяких омметрів перевищує 100 В, що може спричинити зростання похибки вимірювання та навіть призвести до пошкодження ізоляції виробу, опір якого вимірюватиме омметр.

Під час перевірки **омметрів із вбудованими генераторами або випрямлячами** слід визначати напругу на клеммах, призначених для підключення вимірюваного опору. Для цього використовують вольтметри з інструментальною похибкою не більше ніж 3%.

Особливу увагу слід звернути на вхідний опір вольтметра.

Оскільки внутрішній опір омметрів великий, а джерело живлення має незначну потужність, використання вольтметрів з низьким вхідним опором може суттєво збільшити похибку вимірювання. Щоб цього уникнути, вхідний опір вольтметра повинен бути більшим або дорівнювати опором, який вимірюється омметром на верхній межі вимірювання на обраному діапазоні. Тому для вимірювання напруги використовують вольтметри з великим вхідним опором (наприклад, вольтметри електростатичної або електронної системи).

Під час перевірки **омметрів з електромеханічним генератором** слід пам'ятати, що напруга на клеммах залежить від швидкості обертання генератора. Тому необхідно підтримувати цю швидкість на рівні номінальної (зазвичай 120 обертів за хвилину). Відхилення напруги від номіналу не повинно перевищувати 10%.

## 2. Визначення основної похибки й варіації показів

Цю операцію проводять методом порівняння показів приладу, який повіряється/калібрується, з показами зразкової міри опору.

Зразкову багатозначну міру опору підключають до затискачів омметра, що повіряється/калібрується.

Змінюючи опір міри, встановлюють покажчик на позначку шкали, що повіряється/калібрується, підводячи покажчик до цієї позначки спочатку з одного боку, а потім з іншого.

За плавного підведення покажчика з одного боку стрілка не повинна переходити через позначку, що повіряється/калібрується.

Дійсне значення опору  $R_3$  відраховують за магазином опорів. При цьому визначають два значення абсолютної похибки  $\Delta^+$  і  $\Delta^-$ :

$$\Delta^+ = R - R_{3+},$$

$$\Delta^- = R - R_{3-},$$

де:

- $R$  – номінальне значення опору, що відповідає позначці шкали, яка перевіряється Ом;
- $R_{3+}$  та  $R_{3-}$  – значення опорів зразкової міри за плавного підведення покажчика з одного та з іншого боку.

За абсолютну основну похибку  $\Delta$  приймають найбільшу (за абсолютним значенням) різницю ( $\Delta^+$  або  $\Delta^-$ ).

Під час обрання магазину опорів керуються міркуваннями точності й поступовості регулювання.

Оскільки межа допустимої відносної похибки омметрів може бути доволі великою (4% і більше для омметрів старіших зразків), то під час обрання зразкового магазину опорів за точністю труднощів не виникає.

Вимогу плавності регулювання задовольнити складніше: необхідно, щоб магазин давав можливість змінювати опір сходами (кроками), які не перевищують 10% значення межі основної допустимої похибки омметра, який повіряється/калібрується, на позначці шкали, яка повіряється/калібрується. Наприклад, якщо омметр повіряється/калібрується на позначці 10 Ом і має межу допустимої похибки  $\pm 2\%$ , тобто 0,2 Ом, то зразковий магазин повинен забезпечити зміну опору кроками не більше ніж 0,02 Ом.

Якщо один магазин опорів не забезпечує одночасно достатньої плавності регулювання і перекриття усього діапазону, то можна застосувати два магазини окремо або з'єднати їх послідовно, тобто створити комбіновану міру.

Під час опрацювання результату необхідно враховувати особливості нормування меж допустимої похибки омметрів різних типів.

В **омметрів з рівномірною шкалою** межю допустимої похибки нормують у відсотках від верхньої межі діапазону вимірювання  $R_B$ . У цьому випадку межю допустимої похибки  $\Delta_{\text{дп}}$  в Омах можна обчислити за формулою:

$$\Delta_{\text{дп}} = \frac{K \cdot R_B}{100},$$

де  $K$  – клас точності омметра, що повіряється/калібрується.

В **омметрів з суттєво нерівномірною шкалою** (наприклад, гіперболічною або логарифмічною) межю допустимої похибки нормується у відсотках від довжини шкали  $L$ . У цьому випадку вона виражається в одиницях довжини (як правило, в мм).

У такому випадку можуть виникати труднощі під час повірки/калібрування омметрів і роботи з ними, оскільки для обчислення межі допустимої абсолютної похибки в одиницях опору не достатньо тих відомостей, які нанесені на циферблаті приладу або наведені в технічній документації (паспорті).

Припустімо, що повіряється/калібрується омметр з класом точності 1,5 за довжини шкали  $L = 90$  мм. Це означає, що межю допустимої похибки такого омметра становить 1,5% довжини  $L$  шкали (як правило,  $L$  вказано у паспорті ЗВ). Знаючи  $L$ , не важко розрахувати межю допустимої похибки в одиницях довжини:

$$\Delta_{\text{дп}} = \frac{1,5 \cdot 90}{100} = 1,35 \text{ мм.}$$

Але під час повірки покази ЗВ, що повіряється/калібрується, і зразкового ЗВ одержують в одиницях опору, і в тих самих одиницях обчислюють значення абсолютної похибки. Наприклад, під час повірки прилад, що повіряється/калібрується, показав 100 Ом, а одержаний відлік за зразковим магазином становить 98 Ом. Тобто абсолютна похибка:  $\Delta = 2$  Ом.

Одержане значення похибки є більшим або меншим від допустимої межі?

Щоб мати відповідь на це запитання, потрібно виразити одержане і допустиме значення похибки в одних одиницях, а для цього, своєю чергою, необхідно знати чутливість приладу за даних показів.

Чутливість  $S$  є відношенням переміщення  $\Delta l$  покажчика за шкалою до величини зміни опору  $\Delta R$ , яке було викликане цим переміщенням:

$$S = \frac{\Delta l}{\Delta R}.$$

Тобто межа допустимої похибки, виражена в одиницях опору:

$$\Delta_{\text{дп}} = \frac{K \cdot L}{100 \cdot S}.$$

Чутливість  $S$  можна визначити експериментально або за теоретичними залежностями.

Найбільш розповсюдженим є експериментальний спосіб визначення  $S$ , під час якого визначають відстань  $\Delta l$  в мм між двома позначками шкали:

- позначкою, яка відповідає точці діапазону, що повіряється/калібрується;
- найближчою від неї позначкою.

Одержане значення треба розділити на різницю номінальних показів опорів  $\Delta R$ , відповідних цим позначкам.

## Практика

Розглянемо приклад.

Погляньмо на циферблат омметра М419, що зображений на *рисунку 3*.

Визначимо  $S$  цього омметра за показів 0,5 МОм.

Вимірявши відстань між позначками 1 МОм і 0,5 МОм, одержуємо:

$\Delta l = 10$  мм (значення, вказане для прикладу).

Різниця показів:  $\Delta R = 1 - 0,5 = 0,5$  МОм.

Звідси чутливість:  $S = 20$  мм/МОм.

Для більш точного визначення чутливості треба провести вимірювання двічі:

1) з боку позначки, розміщеної ліворуч від тієї, що повіряється/калібрується;

2) з боку позначки, розміщеної праворуч.

Тобто в наведеному прикладі:

- між позначками 1 МОм і 0,5 МОм
- між позначками 0,5 МОм і 0,4 МОм.

Значення  $S$  у цьому випадку визначається як середнє арифметичне з результатів двох спостережень.

Недоліком цього способу є труднощі вимірювання  $\Delta I$  з достатньою точністю через захисне скло.

Вищої точності визначення чутливості можливо досягти для **комбінованих омметрів**, у яких поруч з нерівномірною шкалою є рівномірна шкала, призначена для вимірювання постійного струму і напруги. Тоді методика відрізнятиметься від описаної тим, що для визначення чутливості використовуватиметься рівномірна шкала.

Пояснення і приклади розрахунків для ЗВ з комбінованою шкалою наведені в ДСТУ ГОСТ 8.409:2009.

Під час повірки та калібрування **омметрів з вмонтованим електромеханічним генератором із ручним приводом** плавно підвести стрілку омметра до позначки шкали, яка повіряється/калібрується, неможливо, оскільки переміщення стрілки залежить від плавності обертання ручки генератора. У цьому випадку застосовують інший спосіб визначення похибки й варіації, за якого і похибку, і варіацію вимірюють і порівнюють з допустимим значенням у мм.

Під'єднавши до омметра зразкову міру з опором, який відповідає позначці шкали, що повіряється/калібрується, проводять три вимірювання. Щоразу зазначають відхилення стрілки від позначки, що повіряється/калібрується, у мм. За основну похибку приймають найбільше відхилення стрілки.

Варіація показів дорівнює найбільшій різниці показів (похибок) омметра, які одержані під час трьох вимірювань.



# Калібрування фарадометрів: особливості, які слід урахувати

Усе зазначене про повірку/калібрування омметрів однаковою мірою стосується і повірки фарадометрів. Так само, як і для омметра, похибку фарадометра визначають, порівнюючи його покази з показами зразкової міри. При цьому як міру використовують магазин ємностей. Особливу увагу треба звернути на якість напруги живлення фарадометра, який повіряється/калібрується, зважаючи на те, що покази останнього залежать від частоти й форми синусоїдального струму. Відхилення цих показників якості від номінальних значень не повинні перевищувати допустимих значень, які вказані в технічній документації на прилад.

## Ведення протоколу калібрування

У процесі калібрування зазвичай ведуть протокол встановленої форми, куди вносять:

- відомості про прилад, який калібрується;
- найменування використовуваних зразкових ЗВ і їхні заводські номери;
- кліматичні та інші умови проведення калібрування;
- результати кожного окремого вимірювання.

Далі ці результати аналізують і математично опрацьовують, наприклад, обчислюють:

- похибки;
- невизначеність вимірювання;
- середнє значення;
- поправки;
- дійсне значення.

Під час калібрування великої кількості однотипних робочих ЗВ невисокої точності допускається робити записи в журналі обліку.

Основним документом з оцінювання невизначеності вимірювання під час калібрування є документ Європейської асоціації з акредитації EA-4/02 M:2013 «Evaluation of the Uncertainty of Measurement In Calibration», де надано роз'яснення щодо мети, завдань та величин, які вимірюються під час калібрування і для яких оцінюється невизначеність.

У більшості випадків вимірюваною величиною (метрологічною характеристикою) під час калібрування є різниця між показами ЗВТ та еталона або номінальне значення для мір, але не невизначеність приладу, який калібрується.

Невизначеність, яка оцінюється під час калібрування, стосується саме наведених вимірюваних величин (зміщення, номінального значення), обумовлена невизначеністю еталона, методикою калібрування, умовами довкілля та залежить від компетентності оператора.

Сам ЗВ, який калібрується, вносить у цю невизначеність лише складову, обумовлену його роздільною здатністю.

Документ ЕА-4/02 М не передбачає оцінювання невизначеності вимірювання цим ЗВ, оскільки калібрувальна лабораторія, як правило, не в змозі оцінити цю невизначеність через брак інформації про те, хто, в яких умовах, за якими методиками й для яких об'єктів буде застосовуватися цей ЗВ. Таке оцінювання не є метою калібрування.

Результати калібрування ЗВ повинні бути оформлені відповідно до вимог розділу «Оформлення результатів калібрування» нормативного документа на методи й засоби калібрування. Положення цього розділу дещо відрізняються для кожної групи ЗВ. Проте основні з них мають такий зміст:

- результати первинного калібрування оформлюються записом в паспорті (формулярі) ЗВ, який затверджений у порядку, визначеному підприємством-виробником, із нанесенням відбитка тавра підприємства та/або навішуванням пломби, яка виключала б можливість доступу всередину ЗВ;
- позитивні результати періодичного державного калібрування затверджуються відтиском державного повірочного тавра;
- на зразкові ЗВ підвищеної точності, які пройшли періодичну державну повірку, видають свідоцтво за формою, встановленою Держспоживстандартом;
- результати періодичного відомчого калібрування оформлюються в порядку, встановленому відомчою метрологічною службою. На ЗВ, які пройшли відомчу повірку і готові до застосування, може бути виданий документ, близький за своїм змістом до свідоцтва про державну повірку, або зроблена відповідна позначка в паспорті (формулярі) ЗВ. Допускається також нанесення відбитка тавра або нанесення умовних знаків, які вказують на те, що ці ЗВ повірені у встановлений строк;
- ЗВ, які повірені відповідно до вимог нормативно-технічної документації, але не задовольняють цим вимогам, до застосування не допускаються. У такому разі свідоцтво про попередню повірку анулюється, а наявне на ЗВ тавро гасять спеціальним знаком. На вимогу власника ЗВ може бути видане повідомлення з зазначенням причини непридатності.

Протокол калібрування дасть можливість користувачеві засобу вимірювання оцінити його придатність до виконання вимог методики вимірювань або відповідність його метрологічних характеристик, а також внести поправку в результати вимірювання цим ЗВ з урахуванням невизначеності цієї поправки.



**Марина Москаленко,**

кандидат технічних наук, член-кореспондент Академії метрології  
України

№ 01 / 2024, лютий / **Експертний коментар**

# Переведення цифрових манометрів в індикатори: чи можливо і як це зробити

**З листа до редакції:**

- Чи можна цифрові манометри перевести в індикатори?
- Як правильно це зробити?
- Чи потрібно щороку оновлювати наказ на «І»?

Для вирішення питання щодо переведення будь-якого манометра в індикатор, по-перше, треба визначитися з метрологом, технологом та користувачем показів цього манометра:

- чи є необхідність запису показів цього манометра на практиці;

- чи є цей манометр законодавчо регульованим, що контролює важливий параметр технологічного процесу.

У індикатори можна перевести виключно ті засоби вимірювальної техніки, **покази яких не записуються**. Тобто засоби застосовуються тільки для візуального контролювання значення контрольованої величини.

Коли переводите манометр в індикатор, його покази розглядають як інформацію про наявність тиску. За цією інформацією можна відстежувати близькість до порогового рівня.

Переводити в індикатор слід тільки на підставі досягнення згоди між всіма зацікавленими особами про доцільність такої дії. Можна складати:

- акт;
- наказ;
- розпорядження тощо.

Будь-який оформлений документ затверджується керівництвом підприємства. Оновлювати наказ треба за необхідності.

Літера «І» повинна бути весь час на засобі, коли він має статус індикатора.

Якщо хтось вам каже, що такої процедури – перевести в індикатори – немає, розглядайте це, що немає такої законодавчої норми.

Чинне законодавство України у сфері метрології та метрологічної діяльності складається з Закону «Про метрологію та метрологічну діяльність» та інших нормативно-правових актів, що регулюють відносини в цій сфері.

На підприємстві можна застосовувати всі процедури (проводити метрологічні роботи), що не порушують законодавство України.

Можна навести такі приклади метрологічної діяльності на підприємстві:

- метрологічна експертиза технічної документації;
- повірка засобів вимірювальної техніки, що застосовуються поза сферою законодавчо регульованої метрології;
- розроблення та валідація методик вимірювань тощо.

Тому переводити засоби виміральної техніки, що застосовуються поза сферою законодавчо регульованої метрології, в індикатори можна.

**Засоби виміральної техніки, що застосовуються у сфері законодавчо регульованої метрології, неможливо перевести в індикатори, тому що поводження з ними регулюється законодавством України.**

**Сферою законодавчо регульованої метрології** є визначені у ст. 3 Закону України «Про метрологію та метрологічну діяльність» види діяльності щодо яких із метою забезпечення єдності вимірювань та простежуваності здійснюється державне регулювання стосовно:

- вимірювань;
  - одиниць вимірювання;
  - засобів виміральної техніки.
-



Наталія Бойко,

метролог

№ 01 / 2024, лютий / Вимірювання та випробування

# Оцінювання придатності до роботи ЗВТ: чим керуватись

3 листа до редакції:

- Як оцінити придатність до роботи ЗВТ, маючи розширену невизначеність результатів вимірювань?
- Чи потрібна для оцінювання ще й відносна похибка?

Засіб вимірюваної техніки відрізняється від інших технічних засобів тим, що він застосовується для вимірювань (одержання кількісного значення вимірюваної величини) та має метрологічні характеристики, необхідні для визначення похибки вимірювань величини.

Невизначеність вимірювань, вказана у сертифікаті калібрування, характеризує якість роботи калібрувальної лабораторії.

Під час акредитації вказують у сфері акредитації найкращу калібрувальну можливість калібрувальної лабораторії.

Ця найкраща можливість визначає, яку найменшу невизначеність може лабораторія одержати у разі калібрування ідеального приладу (який не має похибки зовсім). Тому, якщо необхідно одержати найменше значення невизначеності під час калібрування, слід звертатися до відповідної лабораторії.

Особливістю впровадження невизначеності в Україні є невиконання законодавчої норми ч. 3 ст. 27 Закону України «Про метрологію та метрологічну діяльність».

У ч. 3 ст. 27 [Закону України «Про метрологію та метрологічну діяльність»](#) зазначено, що калібрування та оформлення його результатів проводяться відповідно до національних стандартів, гармонізованих з відповідними міжнародними та європейськими стандартами, та документів, прийнятих міжнародними та регіональними організаціями з метрології.

Акредитовані калібрувальні лабораторії проводять калібрування за методиками, розробленими в лабораторії. Якщо один й той самий засіб віддати на калібрування в різні лабораторії, результати будуть значно відрізнятись – відхилення та значення невизначеності.

Оцінювати придатність до роботи ЗВТ можна було б, якби було відоме значення цільової (максимально допустимої) невизначеності, за якої прилад був придатний до застосування за умови проведення калібрування та оцінювання невизначеності за встановленою (стандартизованою) методикою. Тому наразі за одержаним сертифікатом калібрування неможливо нічого визначити, тим більше придатність засобу вимірювальної техніки до застосування. При цьому слід враховувати також те, що невідомо, як саме одержані відхилення та невизначеність.

У міжнародній практиці визначено найбільший ризик застосування засобу вимірювальної техніки – це перевищення значення нормованої максимально допустимої похибки.

Під час оцінювання придатності ЗВТ слід керуватися **виключно похибкою**.

Під час здавання засобу на калібрування слід написати у листі-замовленні про необхідність вказати відповідність діапазону вимірювань та похибки приладу нормованим значенням за експлуатаційним документом. Це передбачено в [ДСТУ EN ISO/IEC 17025:2019](#), а саме – у п. 7.8.6.2: «Лабораторія повинна звітувати стосовно заяви про відповідність, щоб у ній чітко зазначалося: ...b) які специфікації, стандарти чи їхні частини виконуються або не виконуються».

За ст. 1 [Закону України «Про технічні регламенти та оцінку відповідності»](#) **технічна специфікація** – документ, що встановлює технічні вимоги, яким повинна задовольняти продукція, процес або послуга.



**Ольга Малецька,**

директор ІПКМ ГО «Академія метрології України»

№ 01 / 2024, лютий / **Експертний коментар**

# Обладнання затвердженого типу: що це і як оцінювати його відповідність

**З листа до редакції:**

Чи все обладнання для повірки має бути затвердженого типу?

Спочатку розберемося, що означає «обладнання затвердженого типу».

До 2016 року, відколи впроваджено чинну наразі редакцію Закону України «Про метрологію та метрологічну діяльність», усі засоби виміральної техніки, призначені виробником до серійного випуску, підлягали державним приймальним випробуванням. У разі позитивних результатів цих випробувань тип засобу виміральної техніки затверджувався.



Нині Україна перейшла на європейську модель технічного регулювання. Технічне регулювання визначено в [Законі України «Про технічні регламенти та оцінку відповідності»](#), згідно з яким головним терміном, за яким здійснюється технічне регулювання, є оцінювання відповідності.

Під **оцінюванням відповідності** мається на увазі процес доведення того, що задані вимоги, які стосуються продукції, процесу, послуги, системи, особи чи органу, були виконані.

Об'єктом оцінювання відповідності може бути:

- конкретний матеріал;
- продукція;
- установка;
- процес;
- послуга;
- система;
- особа;
- орган.

Згідно з Законом оцінювання відповідності може бути добровільним – за відсутності технічного регламенту на продукцію.

За наявності технічного регламенту здійснюється оцінювання відповідності регламенту.

**Технічний регламент** – нормативно-правовий акт, у якому визначено характеристики продукції або пов'язані з ними процеси та методи виробництва, включаючи відповідні адміністративні положення, додержання яких є обов'язковим.

Він може також включати або виключно стосуватися вимог до термінології, позначень, пакування, маркування чи етикетування тією мірою, згідно з якою вони застосовуються до продукції, процесу або методу виробництва.

Добровільне оцінювання відповідності здійснюється на добровільних засадах, в будь-яких формах, включаючи випробування, декларування відповідності, сертифікацію та інспектування, та на відповідність будь-яким заявленим вимогам.

У сфері метрології оцінювання відповідності засобів вимірювальної техніки нормується ст. 16 [Закону України «Про метрологію та метрологічну діяльність»](#), де, зокрема, зазначено:

- оцінювання відповідності законодавчо регульованих засобів вимірювальної техніки вимогам технічних регламентів проводиться у разі, коли це передбачено відповідними технічними регламентами;
- оцінювання відповідності законодавчо регульованих засобів вимірювальної техніки вимогам технічних регламентів проводять виробники цих засобів, призначені органи з оцінки відповідності та інші суб'єкти, визначені у відповідних технічних регламентах або передбачених ними процедурах оцінювання відповідності;
- ведеться реєстр затверджених типів засобів вимірювальної техніки та виданих призначеними органами з оцінки відповідності сертифікатів перевірки типу засобів вимірювальної техніки;
- сертифікат перевірки типу засобу вимірювальної техніки є документом, який засвідчує, що тип засобу вимірювальної техніки затверджено;
- оцінювання відповідності засобів вимірювальної техніки, які не застосовуються у сфері законодавчо регульованої метрології, проводиться на добровільних засадах.

Що стосується повірки: у чинному [Законі України «Про метрологію та метрологічну діяльність»](#) є чітке визначення повірки.

**Повірка засобів вимірювальної техніки** – це сукупність операцій, що включає перевірку та маркування та/або видавання документа про повірку засобу вимірювальної техніки, які встановлюють і підтверджують, що зазначений засіб відповідає встановленим вимогам.

Згідно з цим визначенням повірка може проводитися для законодавчо регульованих засобів вимірювальної техніки, а також тих засобів, що застосовуються поза сферою законодавчо регульованої метрології.

До переліку засобів повірки належать еталони, у тому числі стандартних зразків складу та властивостей речовин і матеріалів, допоміжних ЗВТ і допоміжного обладнання, які застосовуються під час повірки, наприклад, для встановлення умов довкілля.

До еталонів не висувається вимога щодо оцінювання їхньої відповідності, вони повинні бути:

- або відкалібровані (для повірки законодавчо регульованих засобів вимірювальної техніки);
- або повірені (відкалібровані) (для повірки тих засобів, що застосовуються поза сферою законодавчо регульованої метрології);
- або перевірені їхні метрологічні характеристики (для повірки тих засобів, що застосовуються поза сферою законодавчо регульованої метрології).

Усі інші засоби вимірювальної техніки калібрують чи повіряють – залежно від сфери застосування засобу, що повіряється з їхньою допомогою.

Допоміжне обладнання перевіряється на відповідність його технічним характеристикам або вимогам до функціонування.

У разі застосування під час повірки законодавчо регульованих засобів вимірювальної техніки – засоби, передбачені у методиці повірки, зазвичай проходять оцінювання відповідності за наявності їх у переліках технічних регламентів у сфері метрології.

---



**Марина Москаленко,**

кандидат технічних наук, член-кореспондент Академії метрології  
України

№ 01 / 2024, лютий / **Експертний коментар**

# Відкалібровані ЗВТ: чи потрібні додаткові дії для введення в експлуатацію

**З листа до редакції:**

Обладнання придбане із заводським калібруванням чи повіркою.

Чи треба проводити в державному органі ці дії додатково під час введення в експлуатацію (терміни заводських документів ще не спливли)?

Якщо обладнання придбане із заводським калібруванням чи повіркою, то це обладнання є засобом вимірювальної техніки. Тоді треба визначитись, як з ним поводитись. А це залежить від його застосування на підприємстві.

Якщо ви передбачаєте його застосовувати як законодавчо регульований засіб вимірювальної техніки, то повинні були його купити з документами, які доводять, що цей тип пройшов оцінювання відповідності в Україні згідно з вимогами відповідного технічного регламенту.

За відсутності документів, що підтверджують оцінювання відповідності технічному регламенту, цей засіб не приймуть в уповноважені повірочні лабораторії (наприклад, метрологічних центрів) на повірку.

Для таких засобів пропонують у метрологічних центрах тільки калібрування.

Результати калібрування, визначені в сертифікатах калібрування, не нададуть вам певності придатності засобу до застосування.

Для застосування засобів вимірювальної техніки поза сферою законодавчо регульованої метрології можливе придбання будь-яких засобів. Однак при цьому треба визначитись, яким чином перевірятимуться його метрологічні характеристики під час експлуатації. Такі засоби можуть проходити повірку на підприємстві.

Проводити в державному органі якісь дії додатково під час введення в експлуатацію **не передбачено законодавством** у сфері метрології.

Підприємство саме повинно визначитись щодо можливості застосування засобу вимірювальної техніки для виконання конкретного вимірювального завдання.

---



Наталія Бойко,

метролог

№ 01 / 2024, лютий / **Експертний коментар**

# Повірка після ремонту ЗВТ: чи завжди слід проводити

**3 листа до редакції:**

Чи після будь-якого ремонту проводиться повірка ЗВТ?

Після ремонту, згідно зі ст. 17 [Закону України «Про метрологію та метрологічну діяльність»](#), слід проводити повірку засобів вимірювальної техніки (далі – ЗВТ). Однак ніде не вказано, який саме ремонт передбачає подальше проведення повірки законодавчо регульованих ЗВТ.

**Ремонт техніки** – це комплекс заходів з відновлення працездатного чи справного стану будь-якого об'єкта та/або відновлення його ресурсу.

Це саме стосується й засобів вимірювальної техніки, які є технічними засобами, що застосовуються для вимірювання та мають метрологічні характеристики.

Усі дії, які здійснюються із ЗВТ, не порушують при цьому його вимірювальних функцій та не змінюють метрологічних характеристик, належать до **поточного ремонту**.

Цей вид ремонту передбачає локальне усунення дрібних пошкоджень та несправностей. Наприклад, замінили електричну вилку або елементи керування, для заміни яких не треба порушувати пломбу, що запобігає несанкціонованому втручанню й закриває доступ до елементів або функцій налаштування ЗВТ.

Ремонт **передбачає перевірку** після його проведення у разі, коли він пов'язаний зі зміною або можливістю зміни його функціонування на підставі несанкціонованого втручання, доступу до елементів або функцій налаштування ЗВТ.

Під ремонтом аж ніяк не мається на увазі планове технічне обслуговування ЗВТ, передбачене його експлуатаційними документами.

---



Ольга Малецька,

директор ІПКМ ГО «Академія метрології України»

№ 01 / 2024, лютий / Експертний коментар

# Декларація про відповідність ЗВТ: що робити, коли закінчується термін дії

З листа до редакції:

Спливає термін дії декларації про відповідність ЗВТ, який був отриманий після 2016 р. У повірочній лабораторії сказали, що можна робити тільки калібрування.

Чи відповідає це дійсності?

Термін дії декларації про відповідність засобів вимірювальної техніки (далі – ЗВТ), які вже введені в експлуатацію, **не може закінчитися**. Це пов'язано з тим, що декларація визначає, яким вимогам відповідає ЗВТ.



Однак є деякі особливості. Наприклад, у [Постанові КМУ «Про затвердження Технічного регламенту засобів вимірювальної техніки» від 24.02.2016 № 163](#) встановлено, що надання на ринку та/або введення в експлуатацію засобів вимірювальної техніки, які відповідають вимогам Технічного регламенту щодо суттєвих вимог до засобів вимірювальної техніки, затвердженого Постановою КМУ від 08.04.2009 № 332, та введені в обіг до дня набрання чинності цією Постановою, не може бути заборонено або обмежено з причин невідповідності таких засобів вимірювальної техніки вимогам затвердженого цією Постановою Технічного регламенту протягом строку дії, визначеного у сертифікаті відповідності засобів вимірювальної техніки затвердженому типу, виданому в установленому порядку до набрання чинності Законом України «Про метрологію та метрологічну діяльність» від 05.06.2014 № 1314-VII.

Згідно з [Постановою КМУ «Про затвердження Технічного регламенту щодо неавтоматичних зважувальних приладів» від 16.12.2015 № 1062](#) надання на ринку та/або введення в експлуатацію приладів, які відповідають вимогам Технічного регламенту неавтоматичних зважувальних приладів, затвердженого Постановою КМУ від 11.03.2009 № 190, та були введені в обіг до дня набрання чинності цією Постановою, не може бути заборонено або обмежено з причин невідповідності таких приладів вимогам затвердженого цією Постановою Технічного регламенту.

**Тип засобу вимірювальної техніки** – це сукупність засобів вимірювальної техніки того самого призначення, які мають один і той самий принцип дії, подібну конструкцію та виготовлені за тією самою технічною документацією.

На підставі відомостей, наведених у декларації, можна визначити, коли слід провести перевірку законодавчо регульованих ЗВТ. Тобто до дати, коли за декларацією була проведена перевірка метрологічних характеристик цього ЗВТ, додати міжповірочний інтервал, встановлений для цієї категорії ЗВТ.

Декларацію слід уважно прочитати для визначення причини відповіді повірочної лабораторії щодо терміну чинності декларації про відповідність ЗВТ.

А краще запитати, чому повірочна лабораторія, до якої ви звернулися, не має права провести перевірку цього ЗВТ, може, вона просто не уповноважена на проведення перевірки такої категорії ЗВТ.

**Категорія законодавчо регульованих засобів вимірювальної техніки** – сукупність законодавчо регульованих засобів вимірювальної техніки того самого призначення.

---



**Марина Чмуж,**

головний метролог ПНВП «МІКРОТЕХ»

№ 01 / 2024, лютий / Метрологічне забезпечення

# 3D-сканери: використання у промисловості та лабораторіях

Головна перевага методу 3D-вимірювання – універсальність та можливість автоматизації процесу

## Історія винайдення лазерного 3D-сканування

У 1830 р. французький художник, скульптор та фотограф Ф. Вілльєме розробив та запатентував процес створення портретної скульптури з використанням кількох фотопроекцій навколо об'єкта, щоб вирізати фігуру, яку назвав фотоскульптурою, – це було прообразом 3D-макетування.

У 1953 р. військові США почали експериментувати з оптичним вимірювальним приладом із застосуванням світла та високошвидкісних затворів. Проект отримав назву «LIDAR».

Тим часом компанія Ferranti (Шотландія) випустила 2D-версію координатно-вимірювальної машини.

Два відомі проекти – американський «LIDAR» і шотландської компанії Ferranti – сформували технологічну основу для створення лазерного 3D-сканування.

У 60-х рр. XX ст. військові США модернізували проєкт «LIDAR», інтегрували лазери для точного вимірювання відстаней у топографічні та досліджувальні системи. Пристрій отримав назву портативного лазерного вимірювального приладу XM-23.

У 1963 р. компанія DEA (Італія) розробила першу 3D координатно-вимірювальну машину (КВМ).

На початку 1980-х рр. було розроблено «стрічковий» метод оптичного сканування, який на той час був ефективніший, швидший та точніший за «точковий».

У 1984 р. лабораторія Cyberware у Лос-Анджелесі (Каліфорнія, США) випустила «Сканер голови». Це був лазерний сканер на основі «стрічкового» методу, призначений для створення тримірного комп'ютерного зображення голови людини.

До 90-х рр. XX ст. розробники 3D-техніки для одержання тримірних моделей:

- працювали з аналоговими камерами й телевізійними трубками;
- мали обмеження пам'яті у 5 Мб.

Середня роздільна здатність одержуваних зображень була не більшою ніж 512×512 пікселів, що в десятки разів гірше від того, що отримують зараз.

У 1992 р. французька компанія MENSIS (зараз – Trimble) представила лазерні 3D-сканери серії S, що використовуються в промислових цілях, таких як атомна електростанція.

Через рік, у 1993-му, компанія Cyra Technologies (США) створила лазерний 3D-сканер.

Перші сканери були дуже повільні та недосконалі, але в порівнянні з ручними методами вимірювання – це був великий крок вперед.

У 1994 р. у Стенфордському університеті (США) Г. Терком та М. Левом створено тестову тримірну полігональну модель «Стенфордський кролик», яка містила дані про 69 451 трикутник, отриманий під час 3D-сканування керамічної фігурки кролика.

Реальний прорив у сфері комп'ютерних технологій відбувся на початку 2000-х рр., це спонукало винахідників до розвитку та удосконалення лазерного 3D-сканування.

# 3D-вимірювання: переваги й можливості нових технологій

У 3D-вимірюваннях використовується координатний метод вимірювання з послідовним знаходженням координат точок виробу та послідовним розрахунком розмірів.

Головна перевага методу 3D-вимірювання – це універсальність та можливість автоматизації процесу.

**3D-вимірювання** – це наукове дослідження із застосуванням технологій, які можуть створити повне тримірне зображення геометричної форми об'єкта.

3D-вимірювання реалізуються такими основними засобами вимірювальної техніки (ЗВТ), як:

- 3D координатно-вимірювальні машини (3D КВМ);
- 3D вимірювальні руки;
- 3D-сканери.

За допомогою даних ЗВТ отримують фактичні дані з вимірюваних деталей, що дає можливість виконати:

- контролювання якості;
- оцінювання точності;
- 3D-профіль вимірюваних деталей.

Особливості основних ЗВТ для 3D-вимірювань описано у таблиці 1.

Таблиця 1. Особливості основних ЗВТ для 3D-вимірювань

№ п/п	Характеристики	3D		
		КВМ портална	вимірювальна рука	3D-сканер
1.	Метод вимірювання	Контактний точковий	Контактний точковий	Безконтактний поверхневий
	Максимальний діапазон вимірювань, мм	0–3000	0–9000	0,2–40000
	Похибка, мм:			
	• у діапазоні 500 мм	0,0046 0,0106	0,056 0,056	0,020 0,020
3.	• у діапазоні 2000 мм			

4.	Швидкість вимірювання	650 мм/с	Визначає оператор	1500000 вим/с
5.	Вид установки	Стаціонарний	Переносний	Портативний
6.	Маса ЗВТ, кг	1700	16,5	0,85
7.	Габарити, Х×У×Z	1940×4000×3595	500×500×1000	100×100×200
8.	деталей з крихкого матеріалу		Ні	Так
9.	затемнених або внутрішніх розмірів	Так	Так	Обмежено
10.	Міжнародний стандарт	ISO 10360-2	ISO 10360-2 або ISO 10360-12	ISO 10360-8
11.	Додаткове оснащення	Кондиціонер, вентиляція, компресор гасіння вібрації	Кондиціонер	Кондиціонер

**3D КВМ** мають високу точність, але вимоги до приміщення та встановлення машини високі в порівнянні з іншими 3D ЗВТ.

**3D вимірювальні руки** мають сталу межу допустимої похибки на всьому діапазоні, вид установки – переносний, на відміну від 3D КВМ.

**3D-сканери** мають найбільший діапазон вимірювань, мобільні та мають найменші габарити.

Найкращу межу допустимої похибки мають 3D КВМ, але для вимірювання складних крихких деталей, особливо в умовах цеху, краще підійде 3D-сканер.

Перші 3D-сканери почали використовувати у 1992–1993 рр.

### Переваги 3D-сканерів:

- швидкість;
- портативність;
- безконтактність вимірювань;
- точність 3D-візуалізації.

Схожість зазначених трьох засобів 3D-вимірювань (3D КВМ, 3D вимірювальні руки та 3D-сканери) зумовлена загальними вимогами стандарту ISO 10360, при цьому вимоги до 3D-сканерів регламентуються розділом 8.

У таблиці 2 наведено сучасні нормативні документи (НД) з зазначенням чинності в Україні та світі.

Таблиця 2. Нормативні документи щодо калібрування 3D-сканерів

Позначення НД	Назва НД	Особливості НД	Стан НД
<b>ДСТУ EN ISO 10360-8:2022</b>	Геометричні специфікації виробу (GPS) Приймальні та повторні випробування для координатно-вимірювальних систем (CMS) Частина 8. КВМ з оптичними датчиками відстані	Ідентичні	В Україні ще не набрав чинності Перспективний
<b>ISO 10360-8:2013</b>			У світі – чинний

Калібрування 3D-сканерів, як і інших 3D ЗВТ, відбувається за калібрувальною сферою.

Фахівці виділили основні групи 3D-сканерів:

- прості (навчання, демо);
- промислові (промисловість, лабораторії);
- метрологічні (промисловість, калібрувальні лабораторії).

Таблиця 3. Відмінності основних груп 3D-сканерів

№ п/п	Характеристики	Прості	Промислові	Метрологічні
1.	Похибка, мм	0,04–0,1	0,02–0,04	0,01–0,04
2.	Швидкість вимірювання, вим/с	30 вим/с	1 300 000 вим/с	1 500 000 вим/с
3.	Сертифікат калібрування згідно з ISO 17025	Відсутні	Відсутні	Обов'язкові
4.	Вартість, євро	5000–30 000	30 000–50 000	50 000–100 000

# Метрологічні 3D-сканери: застосування сучасних засобів

Розглянемо метрологічні 3D-сканери, які забезпечують метрологічний контроль за виробами на підприємстві та виявлення невідповідностей під час калібрування в лабораторії.

Метрологічні 3D-сканери використовуються в різних галузях промисловості (таблиця 4).

Таблиця 4. Використання 3D-сканерів у промисловості

Авіакосмічна галузь	Нафтогазова галузь	Калібрувальна лабораторія
Оцінювання поверхневих пошкоджень	Огляд та обмірювання велетенських резервуарів	Визначення розмірів діаметрів калібрів, роликів, дротиків
	Оцінювання корозії трубопроводів відповідно до ASME B31G	Вимірювання кутів між гранями та ребрами у кутниках
Для 3D-моделювання	Оцінювання механічних пошкоджень трубопроводів відповідно до ASME B31G	Визначення параметрів макропрофілю (площинність, прямолінійність тощо)
	Перевірка внутрішнього стану труб	Вимірювання сколів, тріщин, корозії, шорсткості на зразках шорсткості

3D-сканер використовується наступним чином:

- калібрують 3D-сканер за допомогою калібрувальної дошки з мітками;
  - встановлюють калібрувальні мітки, які йдуть у комплекті з 3D-сканером, на вимірювальну деталь;
  - сканують вимірювальну деталь;
  - імпортують дані точок в 3D-програму для опрацювання та аналізу;
  - створюють на основі даних тримірну модель;
  - опрацьовують та аналізують отримані дані;
  - визначають, наскільки отримані дані відповідають заявленим кресленням.
-

№ 01 / 2024, лютий / Реєстр ЗВТ

# Оновлений Реєстр затверджених типів засобів вимірювальної техніки

Реєстр є електронною базою даних, що містить відомості про затверджені типи засобів вимірювальної техніки. Формування та ведення Реєстру забезпечується науковим метрологічним центром ДП «Укрметртестстандарт» шляхом внесення відомостей про затверджені типи ЗВТ та доповнень до них.

Назва типу ЗВТ

Умовне позначення типу ЗВТ

Найменування та місцезнаходження виробника ЗВТ

Найменування призначеного органу

Ідентифікаційний номер призначеного органу

№ сертифіката перевірки типу

Дата видачі з

Дата видачі до

Пошук

Очистити

 Друк**УВАГА!**

Сертифікат перевірки типу видається за результатами дослідження технічного проекту засобу вимірювальної техніки. Цей сертифікат підтверджує відповідність типу засобу вимірювальної техніки застосовним вимогам Технічного регламенту.

Відповідність засобів вимірювальної техніки, що їх надають на ринку України та/або вводять в експлуатацію, типу, описаному в сертифікаті перевірки типу, і застосовним вимогам Технічного регламенту має бути підтверджена через проведення однієї з процедур оцінки відповідності за модулем, наступним за модулем В, згідно з вимогами Технічного регламенту

Показані 1-10 із 2,234 записів.

« 1 2 3 4 5 » 10 ▼



# Про електронний журнал «Метрологія підприємства»

Рік заснування	2018 рік
УДК	006.91+681.12+681.2](477)(051.034)
Періодичність	раз на 2 місяці
Засновник	ТОВ «ТЕХ МЕДІА ГРУП», м. Київ
Редакційна рада	Шеф-редактор Марина Бурдейна, головний редактор Марія Солодка, рецензенти: Ольга Малецька, Олег Новосолов
Цільова аудиторія	Виробничо-практичний журнал для організації роботи вимірювальних підрозділів та лабораторій на підприємствах. Видання орієнтоване на головних метрологів, співробітників метрологічних служб підприємств, головних технологів, керівників і працівників випробувальних та вимірювальних лабораторій
Умови прийняття статей	<p>До розгляду приймаються статті, надіслані на електронну пошту редакції <a href="mailto:yakist@techmedia.com.ua">yakist@techmedia.com.ua</a>, які раніше не були опубліковані в інших виданнях та відповідають за змістом тематиці журналу і виконані на високому професійному рівні. Мова публікацій – українська.</p> <p>Матеріал має містити відомості про автора, заголовок, вріз та висновок.</p> <p>За бажанням можна додавати графіки, рисунки, фото тощо.</p> <p>Весь ілюстративний матеріал має бути належної якості, подається окремими файлами.</p> <p>Фото автора надавати обов'язково. Після розгляду редакційною радою автор отримує підтвердження від редакції про прийняття статті до публікації.</p> <p>Редакція залишає за собою право рецензувати, редагувати, скорочувати і відхиляти статті. За достовірність фактів, статистичних даних та іншої інформації відповідальність несе автор. Передрук матеріалів журналу можливий лише з дозволу редакції.</p> <p>Практичні авторські матеріали публікуються у виданні на безоплатній основі. Розміщення профільної реклами здійснюється за додаткову плату</p>

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи: ДК №5357 від 02.06.2017

Формат: електронний (вебсайт)

Адреса видавця: 02094, м. Київ, вул. Вінстона Черчилля, 40