

1 Загальні відомості про метрологічне забезпечення

Метрологічним забезпеченням називають встановлення і застосування наукових, нормативно-технічних та організаційних основ, технічних засобів, правил і норм з метою досягнення єдності і потрібної точності (достовірності) вимірів, необхідних для кількісної оцінки об'єктів матеріального світу та явищ, які відбуваються в ньому. У галузі виміру електричних величин об'єктами виміру є характеристики і параметри електричних кіл і сигналів.

Науковою основою метрологічного забезпечення є метрологія — наука про вимірювання, методи і засоби забезпечення їх єдності та способи досягнення потрібної точності. Основні проблеми, які вивчає метрологія: загальна теорія вимірювань; одиниці фізичних величин та їх системи; методи і засоби вимірювань; основи забезпечення єдності вимірювань і одноманітності засобів вимірювань; еталони і зразкові засоби вимірювань; методи передачі розмірів одиниць від еталонів або зразкових засобів вимірювань до робочих засобів вимірювань.

Технічними основами метрологічного забезпечення є: система державних одиниць фізичних величин, система передачі розмірів одиниць фізичних величин від еталонів усім засобам вимірювань, система розробки, постановки на виробництво і випуску в обіг робочих засобів вимірювань необхідної точності для промисловості, система обов'язкових державних і відомчих повірок або метрологічної атестації засобів вимірювань, система стандартних зразків складу та властивостей речовин і матеріалів, система стандартних довідкових даних про фізичні константи та властивості речовин і матеріалів тощо.

Організаційною основою метрологічного забезпечення є Державна метрологічна та відомча служба, метрологічні служби центральних органів виконавчої влади, підприємств та організацій.

Загальні правила та норми метрологічного забезпечення встановлюються стандартами державної системи забезпечення єдності вимірювань. Остання є комплекс установлених стандартами взаємопов'язаних правил, положень, вимог і норм, які визначають організацію і методику проведення робіт для оцінки та забезпечення єдності і точності вимірювань.

Основними об'єктами стандартизації метрологічного забезпечення єдності вимірювань є:

- одиниці фізичних величин;
- державні еталони і повірочні схеми;

- методи і засоби повірки засобів вимірювань;
- нормовані метрологічні характеристики;
- норми точності вимірювань;
- способи вираження і форми представлення результатів вимірювань та показників точності вимірювань;
- методики проведення вимірювань;
- методики оцінки достовірності й форми представлення даних про властивості речовин і матеріалів;
- вимоги до зразків складу і властивостей речовин та матеріалів;
- організація і порядок проведення державних випробувань, повірки, метрологічної атестації засобів вимірювань, метрологічної експертизи, нормативно-технічної, проектної, конструкторської і технологічної документації.

2 Метрологічний контроль і нагляд, що здійснюють метрологічні служби центральних органів виконавчої влади

Метрологічний контроль і нагляд здійснюються метрологічними службами центральних органів виконавчої влади, підприємств і організацій у сферах своєї діяльності. Метрологічний нагляд здійснюється за забезпеченням єдності вимірювань.

До метрологічного контролю належать:

- метрологічна атестація та калібрування засобів вимірювальної техніки;
- акредитація калібрувальних і вимірювальних лабораторій;
- метрологічна експертиза документації та звітів про науково-дослідні роботи та атестація методик виконання вимірювань.

Засоби вимірювальної техніки, які не підлягають державним приймальним випробуванням і на які не поширюється державний метрологічний нагляд, підлягають метрологічній атестації. Метрологічна атестація та оформлення її результатів проводяться в порядку, встановленому Держстандартом України.

Засоби вимірювальної техніки, які підлягають державним випробуванням і на які не поширюється державний метрологічний нагляд, підлягають калібруванню під час випуску з виробництва.

Метрологічні служби центральних органів виконавчої влади і уповноважених ними підприємств і організацій здійснюють акредитацію калібрувальних і вимірювальних лабораторій підприємств і організацій, що належать до сфери їх управління. Ці служби здійснюють акредитацію:

- калібрувальних лабораторій підприємств і організацій — на право проведення калібрування засобів вимірювальної техніки для власних потреб цих підприємств і організацій;
- вимірювальних лабораторій підприємств і організацій — на право проведення вимірювань.

Метрологічна експертиза документації (технічних завдань, нормативних документів, конструкторської, проектної і технологічної документації) та звітів про науково-дослідні роботи і геологічне вивчення надр, атестація методик виконання вимірювань здійснюються відповідно до вимог нормативних документів Держстандарту України. Атестація методик виконання вимірювань, що використовується у сфері поширення державного метрологічного нагляду, може проводитися метрологічними службами центральних органів виконавчої влади, підприємств і організацій за умови їх акредитації.

Під час метрологічного нагляду за забезпеченням єдності вимірювань проводиться перевірка:

- стану і застосування засобів вимірювальної техніки;
- застосування методик виконання вимірювань;
- правильності виконання вимірювань;
- своєчасності надання засобів вимірювальної техніки на повірку і калібрування;
- додержання умов і правил проведення повірки і калібрування засобів вимірювальної техніки та проведення вимірювань, що виконуються акредитованими повірочними, калібрувальними та вимірювальними лабораторіями;
- додержання вимог нормативних документів із метрології.

Метрологічні служби центральних органів виконавчої влади, підприємств і організацій мають право за результатами метрологічного нагляду видавати прописи щодо припинення та усунення порушень метрологічних норм і правил. Порядок проведення метрологічного нагляду

за забезпеченням здатності вимірювань, видачі приписів за результатами метрологічного нагляду встановлюється центральними органами виконавчої влади, підприємствами і організаціями з додержанням вимог законодавства.

3 Повірка електронних вимірювачів напруги

Повірка і метрологічна атестація електронних вольтметрів та вимірювальних перетворювачів напруги здійснюється відповідно до основних положень державної схеми повірки засобів вимірювання електричної напруги при високих частотах відповідно до ГОСТ 8.072-92. Переважно з точки зору продуктивності вимірювань є метод прямого вимірювання електронним вольтметром, що повіряється, напруги, яку відтворює зразкова установка (рис. 1). Більшість таких установок дозволяє безпо-

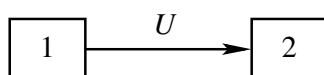


Рисунок 1 – Повірка вольтметра методом прямого вимірювання:

1 — зразкова установка; 2 — вольтметр, що повіряється

середньо за їх відліковими шкалами визначати відносну похибку засобів вимірювання, що повіряється. При відсутності зразкових установок відповідного діапазону частот, форм сигналів чи рівнів напруги, а також при необхідності отримання більш високої точності повірки рекомендується метод безпосереднього порівняння показів зразкового вольтметра і вольтметра, що повіряється, які підключені до джерела напруги паралельно або через зразковий дільник напруги. Структурна схема з'єднання засобів вимірювання при цьому методі для повірки високочастотного електронного вольтметра зображена на рис. 2. Застосування в схемі фільтра пояснюється необхідністю подавлення в напрузі, що вимірюють, вищих гармонічних складових. Коаксіальний перемикач необхідний для відключення від входу вольтметрів напруги без відключення генератора при виконанні операції «Встановлення нуля».

Електронні вольтметри виду В2 повіряють відповідно до ГОСТ 8.402-90, виду В3 — ГОСТ 8.118-95, виду В4 — ГОСТ 8.429-91, виду В5 — ГОСТ 8.006-89, виду В6 — ГОСТ 8.119-95, В7 — ГОСТ 8.402-90 і ГОСТ 8.118-95, діодні компенсаційні вольтметри виду В3 — ГОСТ 8.117-92.

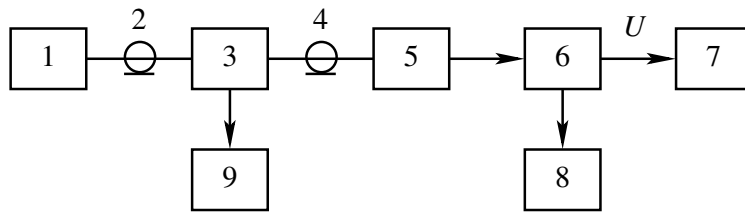


Рисунок 2 – Повірка вольтметра методом порівняння показів зразкового вольтметра і вольтметра, що перевіряється:

1 – генератор; 2 і 4 – коаксіальні кабелі; 3 – коаксіальний перемикач; 5 – фільтр; 6 – коаксіальний вимірювальний з'єднувач-трійник або зразковий дільник напруги; 7 – вольтметр, що перевіряється; 8 – зразковий вольтметр; 9 – резистор навантаження

Найбільш розповсюдженими в практиці вимірювань є вольтметри виду В3 і В7 для вимірювання змінної напруги. Для таких вольтметрів характерні велика кількість піддіапазонів вимірювань (до 10-20) і широкий діапазон частот з декількома розширеними ділянками. Відповідно вимогам ГОСТ 8.118-95 при періодичній повірці вольтметрів типу В3 і В7 спочатку треба визначити їх похибку на кінцевих числових відмітках всіх піддіапазонів вимірювання і на всіх числових відмітках основних піддіапазонів вимірювання, яких звичайно встановлюється два.

Далі необхідно визначити похибку на кінцевих числових відмітках одного-двох піддіапазонів вимірювання, де може бути забезпечено високоефективне і високоточне проведення вимірювань. Вимірювання проводять при значеннях частот, які відповідають початку і кінцю всіх ділянок (нормальної і розширених) робочого діапазону частот. Похибку вольтметрів, які мають декілька розширених ділянок частот, визначають в кожній з областей при крайніх значеннях частот, на яких не визначалася похибка у суміжній ділянці з меншим значенням межі допустимої похибки.

Задача 1

Повірка електронного аналогового вольтметра проводиться за допомогою зразкової установки (застосовується одна з установок типу В1-8, В1-9, В1-16 та В1-25). Визначити зведену похибку вольтметра на діапазоні U_{max} , якщо перевіряється числова оцінка U , а відлік по шкалі

зразкової установки $\delta\%$.

$$U_{max} = 3 \text{ мВ}; \quad U = 1,5 \text{ мВ}$$
$$\delta = 3 \%$$

Розв'язання: Зведена похибка вольтметра розраховується за формулою:

$$\delta_{зв} = \delta \frac{U}{U_{max}} \%$$

Тоді:

$$\delta_{зв} = 3 \frac{1,5}{3} = 1,5 \%$$

Задача 2

Оцінити можливість використання частотоміра ЧЗ-57 у якості зразкового при повірці низькочастотних генераторів для визначення похибки установки частоти по шкалі частот. Вибрати режим роботи частотоміра і відповідно режиму значення параметрів: час, виміру або період проходження рахункових імпульсів і коефіцієнт множення періоду. Тип генератора, що повіряється — ГЗ-106.

Розв'язання: Генератор ГЗ-106 можна встановити на частоту в діапазоні від 20 Гц до 200 кГц. Відносна похибка встановлення частоти розраховується за формулою:

$$\delta = \pm \left(3 + \frac{30}{f} \right) \%$$

де f — частота генератора, Гц.

Визначимо відносну похибку встановлення частоти на генераторі для частоти 20 Гц і 200 кГц:

$$\delta_{20 \text{ Гц}} = \pm \left(3 + \frac{30}{20} \right) = \pm 4,5\%$$
$$\delta_{200 \text{ кГц}} = \pm \left(3 + \frac{30}{2 \cdot 10^5} \right) = \pm 3,00015\%$$

Відносна похибка частотоміра ЧЗ-57 визначається за формулою:

$$\gamma = \pm \left(\gamma_0 + \frac{1}{f_{\text{вим}} \cdot T_{\text{вим}}} \right) \cdot 100\%$$

де γ_0 — похибка кварцового генератора, дорівнює $1,5 \cdot 10^{-7}$; $f_{\text{вим}}$ — вимірювана частота, Гц; $T_{\text{вим}}$ — час виміру, сек. Для того щоб вимірювання частоти було з найменшою похибкою, вибираємо максимальний час виміру. Частотомір ЧЗ-57 має максимальний час виміру 10 с.

Визначимо відносну похибку частотоміра для частоти 20 Гц і 200 кГц:

$$\gamma_{20 \text{ Гц}} = \left(1,5 \cdot 10^{-7} + \frac{1}{20 \cdot 10} \right) \cdot 100\% = 0,5\%$$
$$\gamma_{200 \text{ кГц}} = \left(1,5 \cdot 10^{-7} + \frac{1}{2 \cdot 10^5 \cdot 10} \right) \cdot 100\% = 6,5 \cdot 10^{-5}\%$$

Якщо співвідношення між похибками встановлення частоти на генераторі і похибками частотоміра більше або дорівнює 3, даним частотоміром можна проводити перевірку генератора за параметром похибка встановлення частоти. В даному випадку ця умова виконується:

$$\frac{4,5}{0,5} = 9; \quad \frac{3,00015}{6,5 \cdot 10^{-5}} = 46156.15$$
$$9 > 3; \quad 46156.15 > 3$$

Використана література

1. В.Д. Цюцюра, С.В. Цюцюра „Метрологія та основи вимірювань”
2. А.М. Федоров, Н.Я. Цыган „Метрологическое обеспечение электронных средств измерений электрических величин”