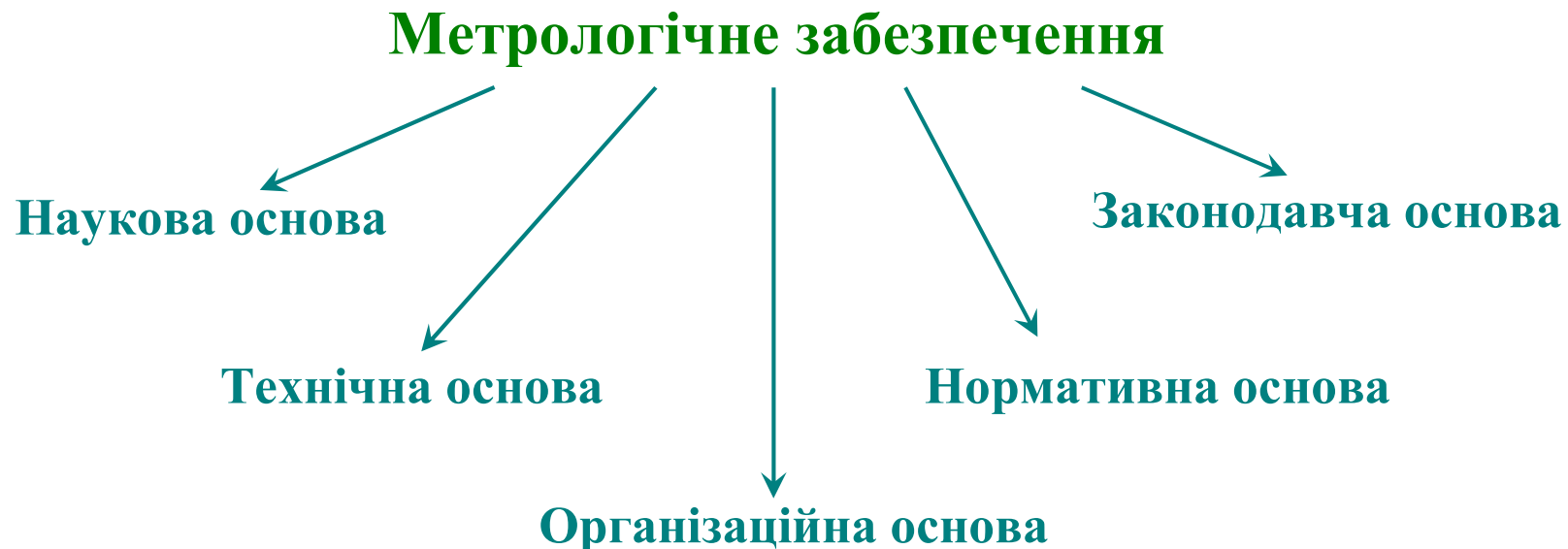


Тема 2. Основи метрологічного забезпечення

Поняття про метрологічне забезпечення та його основи

Метрологічне забезпечення - установлення та застосування метрологічних норм і правил, а також розроблення, виготовлення та застосування технічних засобів, необхідних для досягнення єдності і потрібної точності вимірювань.

Закон України "Про метрологію та метрологічну діяльність" та ДСТУ 2681-94



Науковою основою метрологічного забезпечення є метрологія.

Законодавчою основою метрологічного забезпечення є Закони України, Декрети і постанови Кабінету Міністрів України, які спрямовані на забезпечення єдності вимірювань.

Технічною основою метрологічного забезпечення є:

- система державних еталонів одиниць фізичних величин, яка забезпечує їх відтворення з найвищою точністю;
- система робочих еталонів і зразкових ЗВТ, за допомогою яких здійснюється передача розмірів одиниць фізичних величин робочим ЗВТ;
- система стандартних зразків складу та властивостей речовин та матеріалів, що забезпечує відтворення одиниць фізичних величин, які характеризують склад і властивості речовин і матеріалів;
- система робочих ЗВТ, які використовуються під час розроблення, виробництва, випробувань та експлуатації продукції, наукових досліджень та інших видів діяльності.

Нормативною основою метрологічного забезпечення є державні стандарти та інші документи державної системи забезпечення єдності вимірювань (ДСВ), відповідні нормативні документи Держстандарту України, методичні вказівки і рекомендації, які регламентують єдину номенклатуру, способи подання та оцінювання метрологічних характеристик, правила стандартизації й атестації засобів вимірювальної техніки (ЗВТ), вимоги до проведення державних випробувань, перевірки, ревізії та експертизи ЗВТ.

Організаційною основою метрологічного забезпечення є метрологічна служба України, яка складається з державної та відомчих служб.

Метрологічна служба – мережа організацій, окрема організація або окремий підрозділ, на які покладена відповідальність за забезпечення єдності вимірювань у закріпленій сфері діяльності.

Державна система забезпечення єдності вимірювань - це комплекс нормативно-технічних документів, на підставі яких стандартизують:

- одиниці фізичних величин;
- державні еталони та повірні схеми;
- робочі еталони та зразкові ЗВТ;
- методи та засоби метрологічної перевірки (перевірки згідно **ДСТУ 2681-94**), калібрування, випробувань та метрологічної атестації ЗВТ;
- номенклатуру нормованих метрологічних характеристик ЗВТ;
- норми точності вимірювань;
- способи вираження та форми подання результатів та характеристики точності вимірювань;
- методики виконання вимірювань;
- методики оцінки вірогідності та форми подання даних про властивості речовин та матеріалів, вимоги до проведення експертизи, а також атестації цих даних;

- вимоги до стандартних зразків складу та властивостей речовин і матеріалів, до стандартних довідкових даних;
- організацію і порядок проведення сертифікації, державних випробувань, метрологічної перевірки, калібрування та метрологічної атестації ЗВТ;
- порядок проведення метрологічної експертизи нормативної, проектної, конструкторської, технологічної і програмної документації;
- терміни та визначення в галузі метрології;
- порядок та форми здійснення державного метрологічного нагляду;
- порядок здійснення акредитації метрологічних служб, вимірювальних, випробувальних, аналітичних та інших лабораторій на право проведення метрологічних робіт;
- порядок одержання суб`єктами підприємницької діяльності дозволів (ліцензій) на право виготовлення, метрологічної перевірки, калібрування, ремонту, імпорту (ввезення), прокату і продажу ЗВТ.

Мета та основні завдання метрологічного забезпечення

Метою метрологічного забезпечення є поліпшення якості продукції, підвищення ефективності виробництва, використання матеріальних цінностей та енергетичних ресурсів, а також наукових досліджень.

Завдання метрологічного забезпечення державної метрологічної служби:

- установа одиниць фізичних величин;
- формування системи державних еталонів одиниць фізичних величин і забезпечення її функціонування для відтворення одиниць з найвищою в Україні точністю;
- розроблення методів і засобів передавання розмірів одиниць фізичних величин від еталонів зразковим і робочим ЗВТ;
- розроблення науково-методичних, правових та організаційних основ, норм і правил, які необхідні для досягнення єдності та потрібної точності вимірювань;
- розроблення та впровадження в метрологічну практику норм і правил законодавчої метрології, а також документів ДСВ;

Завдання метрологічного забезпечення державної метрологічної служби:

- виконання аналізу стану вимірювань у всіх галузях економіки України;
- державний метрологічний нагляд за розробленням, виробництвом, станом, застосуванням, ремонтом, прокатом, продажем, імпортом і зберіганням ЗВТ, додержанням метрологічних норм та правил, а також за діяльністю відомчих метрологічних служб;
- державний метрологічний нагляд за кількістю фасованих товарів в упаковках під час продажу та розфасування;
- проведення державних випробувань, метрологічної перевірки, калібрування та метрологічної атестації ЗВТ;
- сертифікація ЗВТ;
- виконання робіт із забезпечення єдності і потрібної точності вимірювань для потреб оборони;
- розроблення та атестація методик виконання вимірювань;
- створення та атестація стандартних зразків складу і властивостей речовин і матеріалів;

Завдання метрологічного забезпечення державної метрологічної служби:

- розроблення та забезпечення функціонування системи стандартних довідкових даних про фізичні константи і властивості речовин і матеріалів;
- проведення експертизи та атестації даних про властивості речовин і матеріалів;
- проведення експертизи нормативної, проектної, конструкторської та технологічної документації;
- оцінювання відповідності наукової, законодавчої, нормативної, технічної та організаційної основ метрологічного забезпечення потребам економіки України та розроблення програм їх удосконалення;
- проведення акредитації метрологічних служб, вимірювальних, випробувальних, аналітичних та інших лабораторій на право виконання метрологічних робіт;
- організація і здійснення підготовки кадрів у галузі метрології та підвищення їх кваліфікації.

Задачі в області метрологічного забезпечення на галузевому рівні вирішують відомчі метрологічні служби відповідних міністерств та відомств:

- вибір номенклатури параметрів матеріалів, виробів, процесів, які підлягають оцінці при вимірюваннях, випробуваннях і контролі;
- вибір номенклатури і числових значень показників точності результатів вимірювань, випробувань і контролю, форм їх представлення, що забезпечують оптимальне рішення задач, для яких ці результати призначені;
- метрологічна експертиза проектної, конструкторської і технологічної документації з метою контролю правильності результатів рішень двох попередніх задач;
- планування процесів вимірювань, випробувань і контролю, розробка методик вимірювань, випробувань і контролю;
- забезпечення процесів вимірювань, випробувань і контролю відповідними технічними засобами;
- підтримка технічних засобів в метрологічно-справному стані;
- виконання процесів вимірювань, випробувань і контролю, опрацювання результатів вимірювань, випробувань і контролю.

Додаткову групу задач метрологічного забезпечення вирішують різні категорії спеціалістів, виробничі підрозділи і колективи:

- ***вибір раціональної номенклатури вимірювальних величин, параметрів*** - конструктори, розробники нових матеріалів, виробів або процесів на основі вивчення і моделювання їх властивостей;
- ***вибір норм точності*** - “споживачі” вимірювальної інформації, тобто ті, для кого призначені і хто буде виготовляти, обмінюватися чи використовувати нові речовини, вироби чи процеси;
- ***метрологічну експертизу*** - професійно-підготовлені групи експертів, в які входять конструктори, технологи та спеціалісти відомчих метрологічних служб;
- ***планування і проведення вимірювань, випробувань і контролю*** - науково-технічний персонал, що розробляє і здійснює технологічні процеси виготовлення виробів і матеріалів;
- ***забезпечення процесів вимірювань, випробувань і контролю технічними засобами в централізованому порядку*** - міністерства (відомства), які є розробниками ЗВТ, випробувань і контролю;
- ***підтримка технічних засобів в справному стані*** - підприємства і організації, які здійснюють ремонт ЗВТ, випробувань і контролю.

Єдність і точність вимірювань

Можливість застосування результатів вимірювання для правильного і ефективного вирішення будь-якої вимірювальної задачі визначається наступними трьома умовами:

- результати вимірювань виражають в узаконених одиницях і (чи) формах;
- відомі (з необхідною заданою достовірністю) значення показників точності цих результатів;
- значення показників точності забезпечують оптимальне (у відповідності з вибраними критеріями оптимальності) рішення задачі, для якої результати призначені.

Якщо результати вимірювань задовольняють першим двом умовам, то про них відомо все, що необхідно знати для прийняття обґрунтованого рішення про можливість їх використання. Такі результати можна співставляти. В цьому випадку можна сказати, що забезпечено єдність вимірювання.

Третя з вказаних вище умов визначає **специфічні вимоги до точності застосовуваних методів і ЗВТ**, насамперед:

1. Точність результатів технічних вимірювань може бути достовірно оціненою на основі попереднього аналізу можливих причин і джерел похибок вимірювань і апріорної оцінки значень цих похибок.
2. Реальна точність технічних вимірювань обумовлюється не тільки інструментальними, а й методичними похибками, пов'язаними з використанням непрямих вимірювань, погорсткішанням умов застосування приладів, динамічними та іншими властивостями об'єктів вимірювань і т.д.

Отже, для забезпечення єдності вимірювань необхідно створити і регламентувати такі правила підготовки і проведення вимірювань, опрацювання і оформлення їх результатів, дотримання яких гарантує певну точність всіх виконуваних за даними правилами вимірювань.

Повірка засобів вимірювальної техніки

Надійність ЗВТ визначається їхньою здатністю витримувати **метрологічні параметри** в регламентованих межах. Вихід за ці межі класифікується як метрологічна відмова. Відповідність метрологічних характеристик їх нормованим значенням встановлюють у процесі повірки засобів вимірювальної техніки.

Повірка засобів вимірювальної техніки – визначення похибок засобів вимірювальної техніки і встановлення їх придатності до застосування.

Зразковий засіб вимірювальної техніки – засіб вимірювальної техніки, який служить для повірки інших засобів вимірювальної техніки (вимірювання) і затверджений як зразковий.

Повірку здійснюють органи державної і відомчої служби. **Державна повірка** здійснюється органами державної метрологічної служби засобів вимірювальної техніки, які використовуються у сферах, що підлягають метрологічному нагляду. **Відомча повірка** здійснюється метрологічними відомчими службами ЗВТ, що не підлягають державній повірці.

Види перевірки:

- Первинна перевірка виконується вперше після виготовлення ЗВТ або після ремонту, також при імпорті партіями.
- Періодична перевірка виконується протягом експлуатації ЗВТ через встановлений проміжок часу (міжповірочний інтервал).
- Позачергова перевірка ЗВТ здійснюється до терміну чергової періодичної перевірки.
- Інспекційна перевірка ЗВТ виконують, здійснюючи державний нагляд.
- Вибіркова перевірка групи ЗВТ, що вибрані з партії встановленим чином, виконується за результатами, які визначають придатність усієї партії.

Методи повірки:

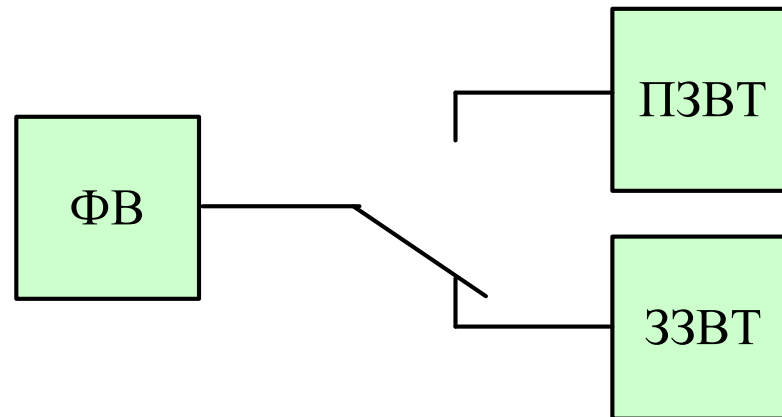
1. Поелементна повірка, під час якої метрологічні характеристики засобів вимірювальної техніки визначають за метрологічними характеристиками їх окремих частин.

При поелементній повірці визначають метрологічні характеристики кожного вимірювального перетворювача. Потім на основі відомих функціональних залежностей між вимірювальними перетворювачами визначають сумарні метрологічні характеристики повірюваного засобу. Поелементна повірка досить складна і трудомістка.

2. Комплектна повірка, під час якої метрологічні характеристики засобів вимірювальної техніки визначають як для єдиного цілого без визначення метрологічних характеристик окремих її частин.

Комплектна повірка може здійснюватися декількома методами

1.Метод зразкових приладів. В основу даного методу покладено одночасне вимірювання фізичної величини повірюваним (ПЗВТ) і зразковим (ЗЗВТ) засобами вимірювальної техніки. При цьому оператор має встановити, що на зразковий і повірюваний засіб діє одна й та ж інтенсивність фізичної величини.



Метод зразкових приладів застосовується в автоматизованих системах зразкових приладів, що мають відомі і стабільні метрологічні характеристики.

Точність зразкового засобу має бути в 3-5 разів вищою, ніж точність повірюваного засобу.

2. Метод зразкових мір. У цьому методі похибка повірюваного засобу визначається шляхом зіставлення дійсного значення міри (М) із дійсним значенням ПЗВТ.

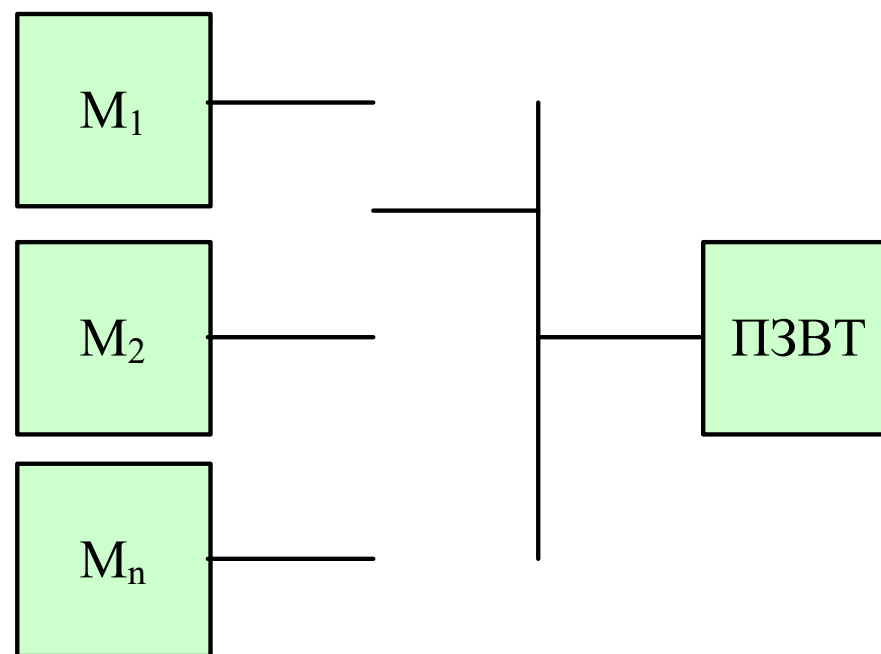
Повірка мір здійснюється декількома способами:

- шляхом порівняння за допомогою компаратора ПП вихідної величини міри і зразкової міри (ЗМ) для визначення систематичної складової похибки;

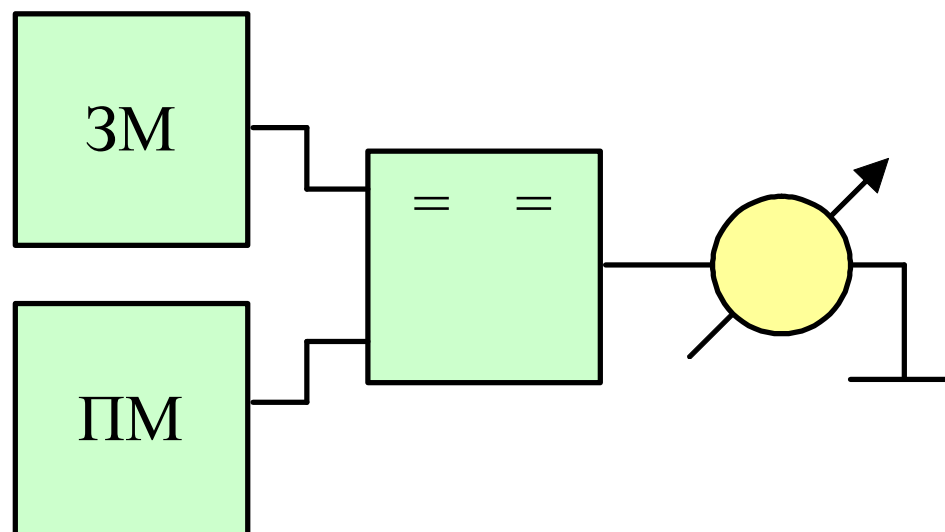
- прямим вимірюванням величини, що відтворює повірювана міра (ПМ), вимірювальним приладом більш високої точності;

- опосередкованим вимірюванням;

- калібруванням набору мір шляхом сукупних вимірювань.



3.Метод зіставлення. Під час такої повірки зразкова міра зіставляється з повірюваною за допомогою спеціального зразкового компаратора відповідного типу і класу.

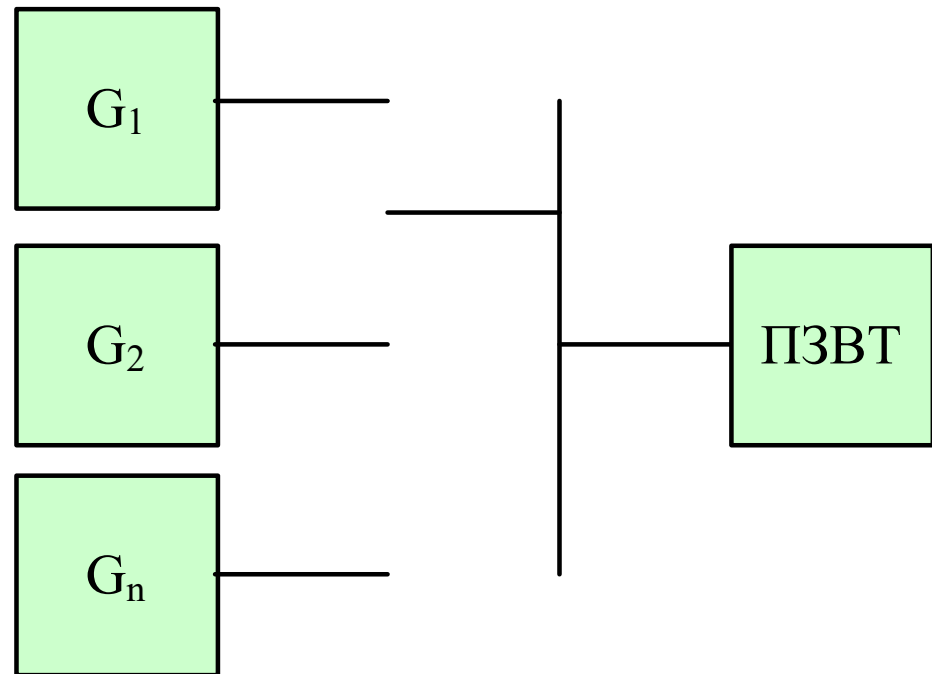


При автоматизації повірочних робіт одним з актуальних є питання вибору методу повірки автоматизованих засобів вимірювальної техніки. В основу побудови систем для автоматизації метрологічних випробувань можуть бути покладені методи зразкових приладів або зразкових сигналів (мір).

4. Метод зразкових сигналів є розвитком методу зразкових мір.

Характерною рисою даного методу перевірки є наявність у вимірювальній автоматизованій системі програмно-керованих пристроїв (генераторів) формування зразкових сигналів, що мають відомі стабільні метрологічні характеристики.

Первинні вимірювальні перетворювачі (сенсори) при експериментальному визначенні метрологічних характеристик вимикають, а їх функціонування імітують генератори. Генератор забезпечує формування на вході системи електричних сигналів, які відповідають точкам діапазону вимірювань.



Державна система забезпечення єдності вимірювань

Державна система забезпечення єдності вимірювань встановлює вимоги до еталонів одиниць фізичних величин і до системи передачі розміру одиниці кожної величини до робочого засобу вимірювання.

Стан вимірювань, за якого їхні результати виражаються в узаконених одиницях і похибки вимірювань відомі із заданою ймовірністю, забезпечує **повірочна схема**.

Еталон - засіб вимірювальної техніки, що забезпечує відтворення та (або) зберігання одиниці фізичної величини і передавання її розміру відповідним засобам, що стоять нижче за повірочною схемою, офіційно затверджений як еталон.

Повірочна схема - нормативний документ, що регламентує метрологічну підпорядкованість засобів вимірювальної техніки, які беруть участь у передаванні розміру одиниці фізичної величини від еталону або вихідного зразкового засобу вимірювальної техніки до інших засобів вимірювань із встановленням методів і похибок передавання.

Приклад державної повірочної схеми

Еталони

- 1 - державний еталон;
- 3 - еталон-копія;
- 4 - еталон-порівняння;
- 5 - робочий еталон

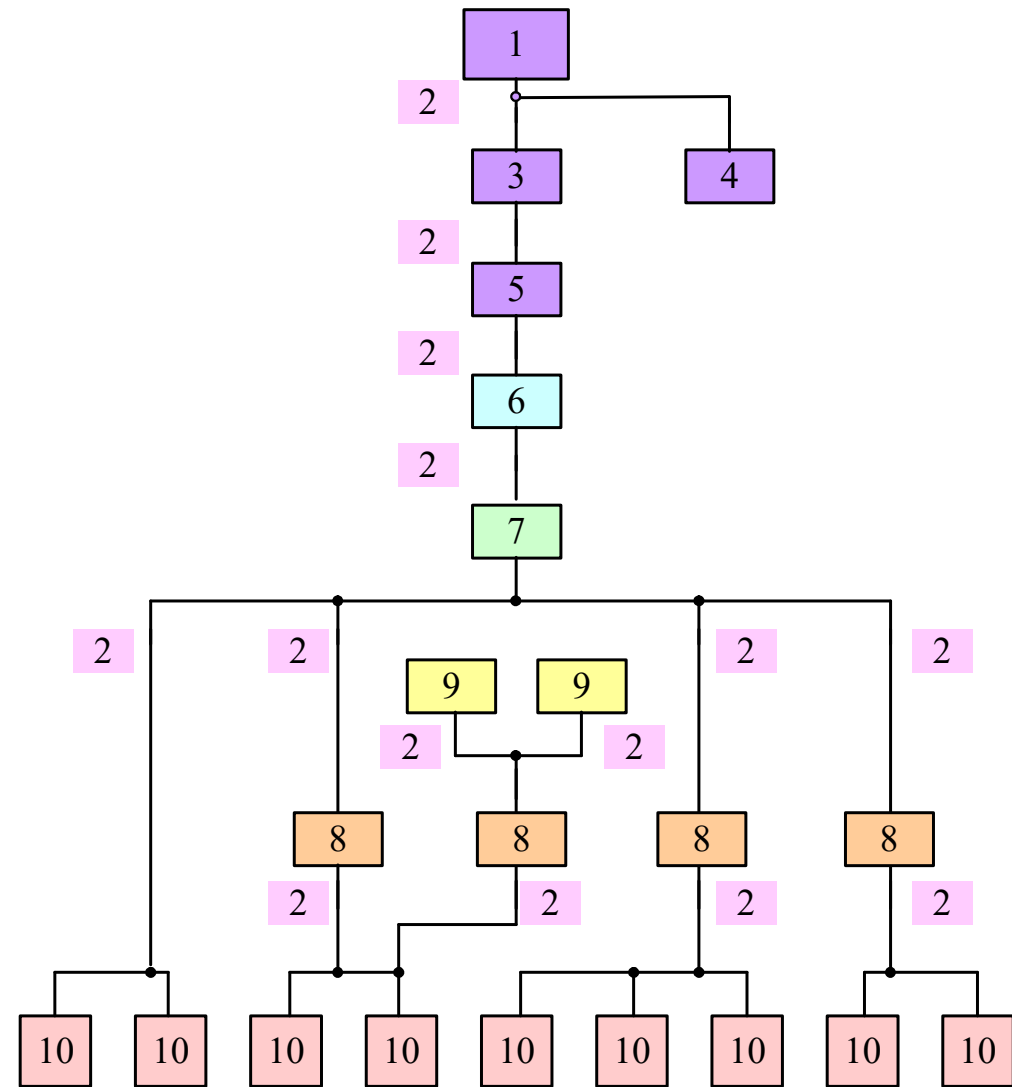
Зразкові засоби вимірювань 1-го розряду

Зразкові засоби вимірювань 2-го розряду

Зразкові засоби вимірювань, запозичені з інших повірочних схем

Зразкові засоби вимірювань 3-го розряду

Робочі засоби вимірювання



2 - метод передачі розміру одиниці

Державний еталон - еталон, що забезпечує відтворення та (або) зберігання одиниці фізичної величини з найвищою в країні точністю

Повірочна схема призначена в загальному випадку для передачі розмірів одиниць величини від державних еталонів до об'єктів повірки з забезпеченням можливості проведення метрологічних випробувань засобів різних класів точності, в основу її побудови закладено **багатоступеневий принцип**, тобто **повірочна схема повинна мати у своєму складі не менше ніж два ступеня передачі розміру одиниці величини**.

Передавання розміру одиниці полягає в зведенні одиниці фізичної величини, яка відтворюється або зберігається засобом вимірювань, що повіряється, до розміру одиниці, що відтворюється або зберігається еталоном, зразковим засобом вимірювань, яке здійснюється при їх звіренні (повірці).

Зразковим називають засіб вимірювальної техніки, який служить для перевірки інших засобів вимірювань і затверджений як зразковий.

Робочим називають засіб вимірювальної техніки, що застосовується для вимірювань, не пов'язаний з передаванням розміру одиниці фізичної величини іншим засобам.

Еталон-копія - еталон, призначений для передавання розміру фізичної величини зразковим засобам вимірювальної техніки.