Лекція № 11

Засоби вимірювань та їх характеристики

*Питання, що виносяться на лекцію: Класифікація засобів вимірювань. Метрологічні характеристики засобів вимірювань і їх нормування. Параметри вхідного і вихідного сигналів засобу вимірювань (ЗВ), величини, що впливають, фунції впливу. Похибка засобів вимірювань*

**11. ЗАСОБИ ВИМІРЮВАНЬ ТА ЇХ ХАРАКТЕРИСТИКИ**

**11.1 Класифікація засобів вимірювань**

**Засіб вимірювань (*ЗВ*) -** технічний засіб, що використовується при вимірах і має нормовані метрологічні характеристики.

**Метрологічними** називаються характеристики, що впливають на результат і похибку вимірювання. Вони входять до складу технічних характеристик, що визначають інші властивості засобів вимірювань (діапазони частот, габаритні розміри, вид елементів живлення).

**Під нормуванням** метрологічних характеристик розуміється кількісне задання певних номінальних значень і допустимих відхилень від цих значень.

**За технічним призначенням** засоби вимірювань поділяються на шість видів: міри, вимірювальні перетворювачі, вимірювальні прилади, допоміжні засоби вимірювань, вимірювальні установки та вимірювальні системи. Найбільш численною групою засобів вимірювань є вимірювальні прилади і перетворювачі, які узагальнено називаються вимірювальними пристроями (ВП).

**Міра** - засіб вимірювань, призначений для відтворення фізичної величини заданого розміру. Міра, яка відтворює ряд однойменних величин різного розміру, називається багатозначною. Часто використовується набір мір - спеціально підібраний комплект мір, що застосовуються не тільки окремо, але і в різних поєднаннях для відтворення ряду однойменних величин різного розміру.

**Вимірювальний прилад** - засіб вимірювань, призначений для формування сигналу вимірювальної інформації у формі, доступній для безпосереднього сприйняття спостерігачем. Вимірювальні прилади бувають аналогові і цифрові, що показують і реєструють.

**Вимірювальний перетворювач** - засіб вимірювань, призначений для вироблення сигналу вимірювальної інформації, зручного для передачі, подальшого перетворення, обробки та зберігання, але не піддається безпосередньому сприйняттю спостерігачем. Первинним називається перетворювач, який є першим в електричному ланцюзі і до якого безпосередньо підводиться вимірювана величина. Передавальний вимірювальний перетворювач призначений для дистанційної передачі сигналу вимірювальної інформації; масштабний вимірювальний перетворювач - для зміни вимірюваної величини в задане число раз.

**Допоміжний засіб вимірювань -** засіб вимірювання величин, що впливає на метрологічні властивості іншого засобу вимірювань при його застосуванні.

**Вимірювальна установка** - сукупність функціонально об'єднаних засобів вимірювань (мір, вимірювальних перетворювачів) і допоміжних пристроїв, призначена для вироблення сигналів вимірювальної інформації у формі, зручній (для автоматичної обробки, передачі і використання в АСУ) для безпосереднього сприйняття спостерігачем і розташована в одному місці .

**Вимірювальна система** - сукупність засобів вимірювань (мір, вимірювальних приладів, вимірювальних перетворювачів) і допоміжних пристроїв з'єднаних між собою каналами зв'язку, призначена для вироблення сигналів вимірювальної інформації у формі зручній для автоматичної обробки, передачі і використання в АСУ.

В силу великої різноманітності ***ЗВ*** класифікують за різними ознаками:

- за використовуваними фізичними процесами ***ЗВ*** поділяють на механічні, електромеханічні, електронні, оптоелектронні і т.п .;

- за фізичною природою вимірюваної величини розрізняють вольтметри, амперметри, термометри, манометри, рівнеміри, вологоміри і т.д .;

- за видом вимірюваної величини або сигналу вимірювальної інформації, а також за способом обробки сигналу прилади поділяються на аналогові і цифрові.

**В аналогових** ***ЗВ*** показання є безперервною функцією вимірюваної величини, тобто можуть так само, як і вимірювана величина, приймати нескінченну безліч значень. При цьому вони бувають неперервними або перервними, тобто розрізняють ***ЗВ*** безперервної і дискретної дії.

**У цифровому** ***ЗВ*** безперервна за розміром і в часі величина перетворюється в дискретну, квантується, кодується і цифровий код відображається на цифровому відліковому пристрої. В результаті показання цифрового ***ЗВ*** є дискретними в часі і квантованими за розміром, тобто можуть приймати лише кінцеве число значень.

У самописних ***ЗВ*** (що є аналоговими) показання вимірюваних значень величини записуються у вигляді графіка осцилограми, що показує зміну значення величини в часі. У друкуючих ***ЗВ*** (що є цифровими) результати вимірювань друкуються в цифровій формі.

Аналогові показуючі пристрої електронних приладів зазвичай являють собою електромеханічний перетворювач і аналоговий кінцевий пристрій. Як покажчик використовуються або стрілка, або промінь світла.

**За структурним принципом розрізняють *ЗВ*** прямої дії (перетворення); в яких реалізується метод безпосередньої оцінки, вимірювальні пристрої, робота яких заснована на методі порівняння.

За структурними ознаками ***ЗВ*** також можна класифікувати за кількістю каналів і з темпоральною послідовністю перетворень вхідних сигналів.

За точністю ***ЗВ*** ділять на зразкові, використовувані для повірки інших ***ЗВ*** і затверджені в якості зразкових, і робочі, використовувані безпосередньо в практичних вимірах.

За частотним діапазоном ***ЗВ*** ділять на низькочастотні (НЧ), високочастотні (ВЧ) і надвисокочастотні (НВЧ), по ширині смуги частот - на широкосмугові і вибіркові (селективні).

За місцем використання ***ЗВ*** ділять на лабораторні та виробничі, які різко відрізняються за умовами експлуатації, за технічними і метрологічними характеристиками.

**Дамо класифікацію вимірювальних перетворювачів.**

**Перетворювачі фізичного роду** сигналу використовуються тоді, коли вимірювана величина незручна для безпосереднього вимірювання. Так багато неелектричних величин попередньо перетворюються в електричні (механічне переміщення або кутове обертання в електричну величину) або одні електричні величини в інші (опір в напругу). Назва таких перетворювачів визначається або принципом дії, або родом вхідного і вихідного сигналів (наприклад, термоелектричний перетворювач, перетворювач напруга-частота).

**Функціональні перетворювачі** забезпечують необхідну залежність між інформативними параметрами вхідного і вихідного сигналів. Такі перетворювачі називають: диференціюючий, інтегруючий, підсумовуючий, логарифмуючий і т.п.

**Узгодження за рівнем (розміром) вхідного сигналу** здійснюється за допомогою масштабних перетворювачів. До них відносяться: дільник, підсилювач, трансформатор струму (напруги).

**Узгодження з опору** забезпечується за допомогою узгоджувальних перетворювачів (узгоджувальний трансформатор, емітерний повторювач).

**За місцем включення** в загальному ланцюжку перетворювачі поділяють на первинні, до яких підводиться вимірювана величина, проміжні та передавальні, призначені для дистанційної передачі сигналів.

**За видом характеристики перетворення** перетворювачі поділяють на лінійні і нелінійні.

**11.2 Параметри вхідного і вихідного сигналів *ЗВ*, впливаючі величини, функції впливу**

Вхідний і вихідний сигнали ***ЗВ*** характеризуються інформативними і неінформативними параметрами.

**Інформативний параметр** вхідного сигналу є самою вимірюваною величиною або величиною, функціонально пов'язаною з вимірюваною.

**Неінформативне параметр** не пов'язаний функціонально з вимірюваною величиною, але впливає на метрологічні характеристики ***ЗВ*** (зокрема, на похибку).

*Наприклад.* При вимірюванні амплітуди напруги інформативним параметром є амплітуда сигналу, а неінформативним - його частота. Вихідний сигнал перетворювача також може бути охарактеризований інформативними і неінформативними параметрами.

На метрологічні характеристики ***ЗВ*** сильно впливають зовнішні фізичні впливи (кліматичні, механічні, електромагнітні) і зміни параметрів джерел живлення - ***впливаючі величини.***

За умовами застосування ***ЗВ***, розрізняють **нормальні** і **робочі умови.** Вони відрізняються діапазоном зміни неінформативних параметрів вхідного сигналу і впливаючих величин.

**Нормальними називаються умови**, для яких нормується основна похибка ***ЗВ***. При цьому впливаючі величини і неінформативні параметри вхідного сигналу мають нормальні значення. Для нормальних умов нормується основна похибка ***ЗВ***, для робочих - додаткова.

Умови експлуатації ***ЗВ*** обумовлюють у відповідних стандартах і ділять на групи, що розрізняються значеннями впливаючих величин.

**Функція впливу** - залежність зміни метрологічної характеристики ***ЗВ*** від зміни впливаючих величин або неінформативного параметра вхідного сигналу в межах робочих умов експлуатації. Функція впливу може нормуватись у вигляді формули, графіка або таблиці.

Поряд з умовами застосування для всіх ***ЗВ*** задаються граничні умови транспортування і зберігання, що не змінюють метрологічні властивості ***ЗВ*** після його повернення в робочі умови.

**11.3 Похибка засобів вимірювань**

**Похибка приладу** характеризує відмінність його показань від істинного або дійсного значення вимірюваної величини.

**Похибка перетворювача** визначається відмінністю номінальної характеристики перетворення або коефіцієнта перетворення від їх справжнього значення.

**Похибка міри** характеризує відмінність номінального значення міри від істинного значення відтворюваної нею величини.

Точність ***ЗВ*** - якість, що відбиває близькість до нуля його похибки. Виникнення похибки ***ЗВ*** пояснюється рядом причин, в тому числі наближеним розрахунком характеристик, відмінністю параметрів елементів і вузлів приладу від необхідних розрахункових значень, старінням елементів і вузлів, пара-зитними параметрами елементів, внутрішніми шумами, зміною впливаючих величин і неінформативних параметрів вхідного сигналу і ін.

Похибки ***ЗВ*** оцінюються при його повірці.

За способом вираження розрізняють похибки:

- **Абсолютна похибка приладу** - різниця між показаннями приладу *xп* та істинним значенням вимірюваної величини x: *D = x*п *– x.*

- **Відносна похибка приладу** - відношення абсолютної похибки приладу до істинного (дійсного) значення вимірюваної величини: *d = D / x* або у відсотках *d = 100D / x*, де якщо *x >> D*, то замість *x* з достатнім ступенем точності можна використовувати *xп.*

- **Приведена похибка приладу** - відношення у відсотках абсолютної похибки приладу до нормуючого значення: *g=100/x*норм.

Вже зазначалося, що залежно від умов застосування ***ЗВ*** похибки поділяються на основну (при нормальних умовах) і додаткову (при робочих умовах).

Залежно від поведінки вимірюваної величини в часі розрізняють статичну і динамічну похибки, а також похибку в динамічному режимі.

Статична похибка ***ЗВ*** (Dст) - похибка ***ЗВ***, використовуваного для вимірювання постійної величини (наприклад, амплітуди періодичного сигналу).

Похибка в динамічному режимі (Dдин.р.) - похибка ***ЗВ***, використовуваного для вимірювання змінної в часі величини.

***Контрольні питання.***

*1. Дайте класифікацію засобів вимірювань.*

*2. Наведіть основні метрологічні характеристики засобів вимірювання.*

*3. Як проводиться нормування основних метрологічних характеристик засобів вимірювань.*

***Література до лекції:***

1. [Поліщук Є.С.](http://wiki.lp.edu.ua/wiki/%D0%9F%D0%BE%D0%BB%D1%96%D1%89%D1%83%D0%BA_%D0%84%D0%B2%D0%B3%D0%B5%D0%BD_%D0%A1%D1%82%D0%B5%D0%BF%D0%B0%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D1%87), Дорожовець М.М., Яцук В.О. та ін. Метрологія та вимірювальна техніка: Підручник. /За ред. [Є.С.Поліщука](http://wiki.lp.edu.ua/wiki/%D0%9F%D0%BE%D0%BB%D1%96%D1%89%D1%83%D0%BA_%D0%84%D0%B2%D0%B3%D0%B5%D0%BD_%D0%A1%D1%82%D0%B5%D0%BF%D0%B0%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D1%87" \o "Поліщук Євген Степанович). Львів.: Видавництво «Бескид Біт», 2003. —544с.
2. Дорожовець М., [Б. Стадник](http://wiki.lp.edu.ua/wiki/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D0%B4%D0%BD%D0%B8%D0%BA_%D0%91%D0%BE%D0%B3%D0%B4%D0%B0%D0%BD_%D0%86%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D1%87), [В. Мотало](http://wiki.lp.edu.ua/wiki/%D0%9C%D0%BE%D1%82%D0%B0%D0%BB%D0%BE_%D0%92%D0%B0%D1%81%D0%B8%D0%BB%D1%8C_%D0%9F%D0%B5%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D1%87), [В. Василюк](http://wiki.lp.edu.ua/wiki/%D0%92%D0%B0%D1%81%D0%B8%D0%BB%D1%8E%D0%BA_%D0%90%D0%BD%D0%B4%D1%80%D1%96%D0%B9_%D0%A1%D1%82%D0%B5%D0%BF%D0%B0%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D1%87), А. Ковальчик,Р. Борек: Основи метрології. Підручник для студентів . Основи метрології і вимірювальна техніка. Том 1.[Видавництво НУ «Львівська політехніка»](http://wiki.lp.edu.ua/wiki/%D0%92%D0%B8%D0%B4%D0%B0%D0%B2%D0%BD%D0%B8%D1%86%D1%82%D0%B2%D0%BE_%D0%9B%D1%8C%D0%B2%D1%96%D0%B2%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%BE%D1%97_%D0%BF%D0%BE%D0%BB%D1%96%D1%82%D0%B5%D1%85%D0%BD%D1%96%D0%BA%D0%B8), Львів,2005.-532 с.