

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

**Національний університет «Запорізька політехніка»**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

з виконання лабораторних робіт дисципліни

**«МЕТРОЛОГІЯ, СТАНДАРТИЗАЦІЯ І СЕРТИФІКАЦІЯ»**

для студентів спеціальності

174 – Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та  
робототехніка

освітньої програми «Промислова автоматика»

усіх форм навчання

Частина II

**2025**

Методичні вказівки з виконання лабораторних робіт дисципліни «Метрологія, стандартизація і сертифікація» для студентів спеціальності 174 – Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка освітньої програми «Промислова автоматика» усіх форм навчання. Частина II. /Укл.: О.С. Назарова, І.А. Мелешко – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2025. – 51 с.

Укладачі:

О.С. Назарова, к.т.н., доцент  
І.А. Мелешко, викладач

Рецензент:

А.В. Пирожок, к.т.н., доцент

Відповідальний за випуск: О. С. Назарова, к.т.н., доцент

Затверджено  
на засіданні кафедри  
Електропривода і автоматизації  
промислових установок  
протокол № 06 від 11.04.2025 р.

Рекомендовано  
до видання НМК ЕТФ  
протокол № 09 від 17.04.2025 р.

## ЗМІСТ

Передмова .....	4
1 Лабораторна робота №7	
Вимірювання електричних величин цифровим осцилографом.....	5
2 Лабораторна робота №8	
Визначення метрологічних характеристик засобів вимірювальної техніки за зовнішнім виглядом їхньої шкали	15
3 Лабораторна робота №9	
Обробка результатів прямих одноразових вимірювань	21
4 Лабораторна робота №10	
Вивчення змісту державного стандарту ДСТУ 1.5:2015. Національна стандартизація. Правила розроблення, викладання та оформлення національних нормативних документів	27
5 Лабораторна робота №11	
Види сертифікації і моделі їх виконання	30
6 Лабораторна робота №12	
Класифікація та аналіз знаків відповідності у міжнародних системах сертифікації	33
Перелік посилань.....	36

## ПЕРЕДМОВА

Методичні вказівки містять опис шести лабораторних робіт з дисципліни «Метрологія, стандартизація і сертифікація» у відповідності до навчальних планів ОКР бакалаврів і рекомендації до їх виконання.

Лабораторні роботи містять короткі теоретичні відомості згідно теми роботи, завдання, рекомендації щодо їх виконання і контрольні запитання для кращого засвоєння матеріалу і перевірки отриманих студентом знань та навичок.

Для студентів спеціальності 174 – Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка освітньої програми «Промислова автоматика» усіх форм навчання.

## 1 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №7

### Вимірювання електричних величин цифровим осцилографом.

**Мета:** ознайомитися з будовою, принципом дії цифрового осцилографа OWON PSD 5022S і отримати навички вимірювання ним електричних величин.

#### Короткі теоретичні відомості

Осцилограф OWON PSD 5022S призначений для дослідження електричних сигналів шляхом їх візуального спостереження на рідкокристалічному індикаторі і вимірювання їх амплітуди і часових параметрів. Осцилограф може використовуватись для роботи у лабораторних і цехових умовах, а також для дослідницьких і ремонтних робіт.

Загальні відомості: смуга пропускання 25МГц; довжина запису становить 6000 точок для кожного каналу; максимальна частота вибірки: 100 Мвіб/с; курсорні вимірювання; автоматичні вимірювання 5 типів величин; кольоровий рідкокристалічний дисплей з високою контрастністю і регулюванням яскравості підсвічування; збереження та індикація осцилограм; функція автоматичного вибору налаштувань забезпечує швидкість і простоту налаштування; математичні операції для осцилограм; функція усередненого і пікового детектора при реєстрації; режим реального часу при реєстрації; комунікаційні порти RS232 і USB тощо.

**Увага!** З метою уникнення ураження електричним струмом не торкайтесь до пробника за кільцем під час роботи, а також не торкайтесь металевих частин пробника, коли він підключений до джерела живлення.

Перед початком вимірювань підімкніть прилад до джерела живлення 220В. Вмикання осцилографа здійснюється кнопкою «POWER» на верхній частині корпусу приладу (рис. 1.1).

При вмиканні прилад проводить самостійне тестування, на дисплеї з'являється напис «Press any KeyEnter the Operating Mode», що означає необхідність натиснення будь-якої кнопки для входу у режим роботи.

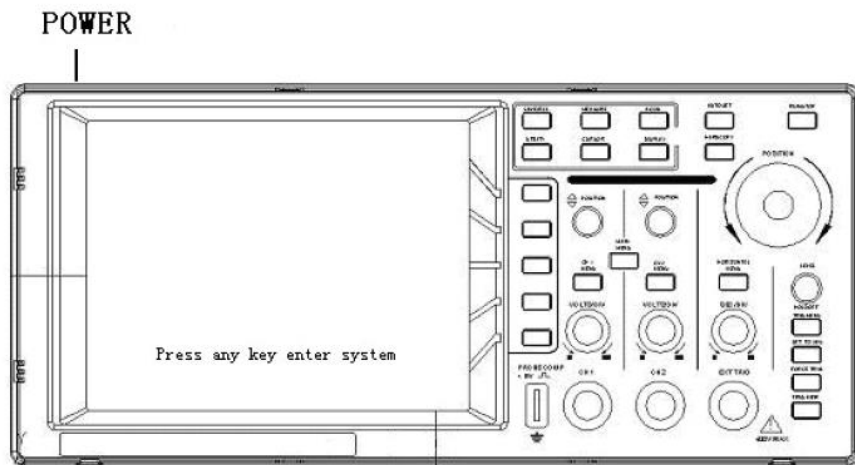


Рисунок 1.1 – Вигляд загальний передньої панелі осцилографа.

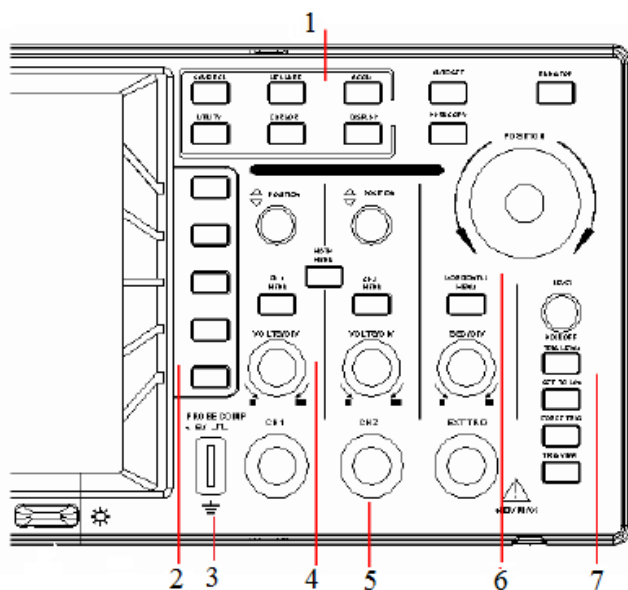


Рисунок 1.2 – Органи керування та індикації передньої панелі осцилографа.

У таблиці 1.1 наведено перелік органів керування та індикації передньої панелі осцилографа (рис. 1.2).

Таблиця 1.1 – Перелік органів керування та індикації передньої панелі осцилографа

Позначення	Призначення
1	Кнопки меню функцій
2	Кнопки вибору меню коригування (F1 – F5)
3	Роз'єм для компенсації пробника (рис. 1.3)
4	Керування вертикальною системою (5 V...5mV)
5	Вхідні роз'єми (CH1, CH2)
6	Керування горизонтальною системою (Position)
7	Тригерний контроль



Рисунок 1.3 – Компенсація пробника

Натисніть кнопку «UTILITY», щоб отримати доступ до меню «FUNCTION», натисніть F2 для виклику функції «Recall Factory», тобто виклик заводських налаштувань. Коефіцієнт послаблення пробника у меню 1X (рис.1.4). Перелік елементів для налаштування вимірювального каналу наведено у таблиці 1.2.

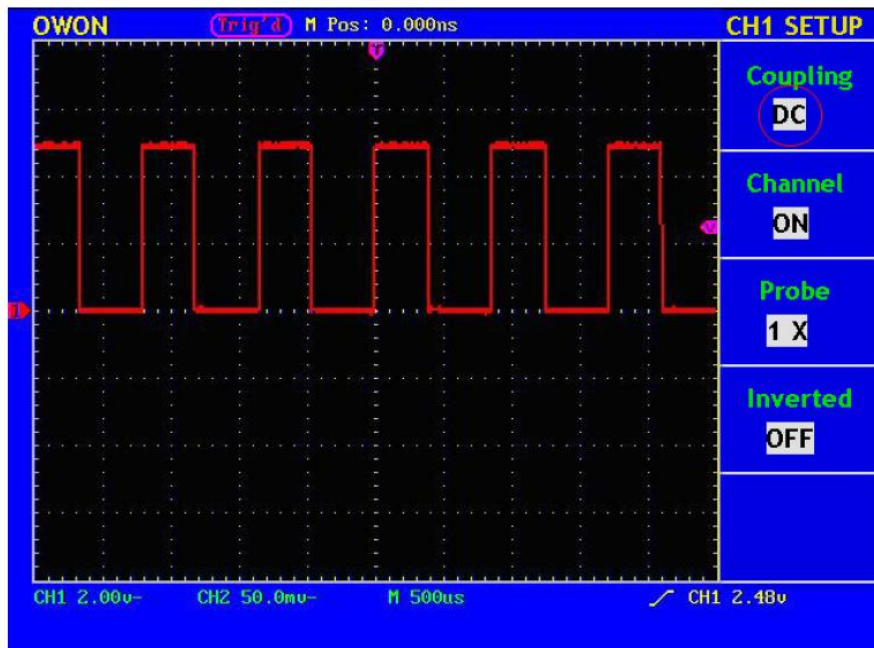


Рисунок 1.4 – Загальний вигляд дисплею осцилографа

Таблиця 1.2 – Перелік елементів для налаштування вимірювального каналу

Меню	Установки	Опис
Тип входу	AC DC	Режим закритого входу, блокування входу за постійним струмом; Режим відкритого входу.
Канал	OFF ON	Канал вимкнено; Канал увімнено.
Пробник	1X 10X 100X 1000X	Пробник має співпадати з коефіцієнтом послаблення пробника з метою коректного зчитування вертикальної розкортки.
Інверсія	OFF ON	Відображення початкової осцилограми; Вмикання інверсії.

Для установки типу входу натисніть кнопку «CH1 MENU», для виклику меню «CH1 SETUP».

Натисніть кнопку F1 меню і встановіть тип входу за змінним струмом (AC), при цьому блокуватимуться компоненти постійного струму. При виборі типу входу за постійним струмом (DC), він буде відкритим для усіх компонентів постійного і змінного струму, що містяться у досліджуваному сигналі.

Для увімкнення каналу натисніть кнопку F2 і встановіть «ON», для вимкнення каналу «OFF».

Для відображення осцилограми сигналу у правильному масштабі необхідно налаштувати коефіцієнт послаблення пробника у меню налаштувань вимірювального каналу. При використанні пробника з послабленням 1:1 необхідно вибрати установку 1X. Для цього у меню «CH1 SETUP» натискаємо кнопку F3 «Probe» і встановлюємо коефіцієнт послаблення пробника.

Інверсія осцилограми – це поворот фази осцилограми на 180 градусів відносно лінії з потенціалом землі. Для використання цієї функції у меню «CH1 SETUP» натискаємо кнопку F4 «Inverted» і встановлюємо «ON» для увімкнення інверсії, «OFF», якщо інверсія не використовується.

Використання математичних операцій.

Розглянемо приклад для отримання суми сигналів CH1 і CH2.

Для цього необхідно натиснути кнопку MATH MENU для виклику меню «WAVE MATH». Далі натискаємо кнопку F3 «CH1+CH2» і на дисплеї з'явиться складена осцилограма вказаних сигналів, яка буде відображатися зеленим кольором (рис.1.5). Натиснувши ще раз F3 можна прибрати отриману осцилограму з дисплею. Перелік математичних операцій осцилографа наведено у таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 – Перелік математичних операцій осцилографа

Меню	Опис
CH1-CH2	Віднімання осцилограми CH2 від осцилограми CH1
CH2-CH1	Віднімання осцилограми CH1 від осцилограми CH2
CH1+CH2	Додавання осцилограм CH1 і CH2

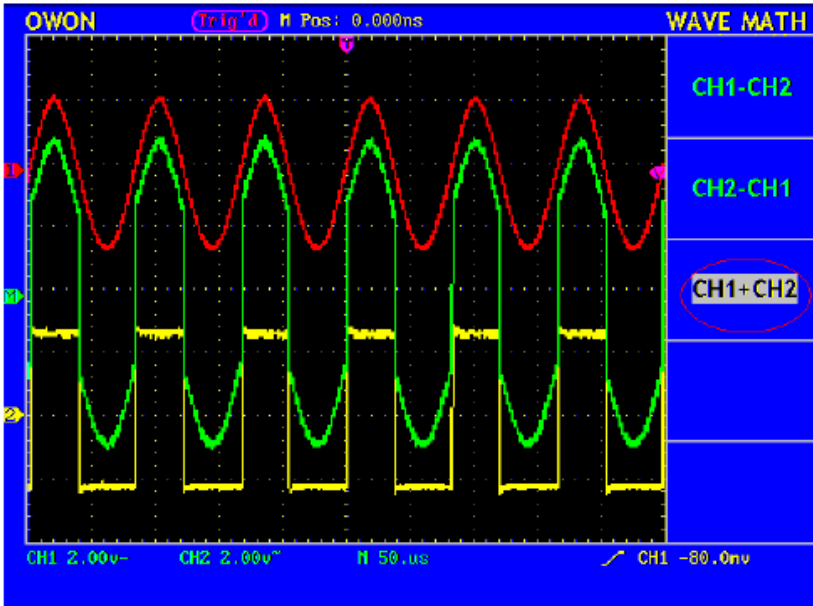


Рисунок 1.5 – Результат математичної операції «CH1+CH2»

Використання регуляторів вертикального положення.

Регулятори VERTICAL POSITION використовуються для змінювання вертикального положення осцилограм каналів, а також осцилограми результату математичних операцій.

Регулятори VOLT/DIV використовуються для змінювання коефіцієнтів вертикального відхилення осцилограм каналів, а також осцилограми результату математичних операцій (ступінчато з кроком 1-2-5). Вертикальна чуттєвість підвищується при повороті регулятора за годинниковою стрілкою і знижується при повороті регулятора навпаки.

Після регулювання інформація про вертикальне положення осцилограми каналу відображається у лівому нижньому куті екрану.

## Прилади та обладнання

У таблиці 1.4 наводяться паспортні дані вимірювальних приладів.

Таблиця 1.4 - Перелік приладів і обладнання

Найменування приладу, обладнання	Тип приладу, обладнання	Клас точності	Основні характеристики
Лічильник індукційний	СО-Н446	2,5	$A=1200$ ; $U_H=220B$ ; $I_H=5...17A$
Амперметр	Э59	0,5	0-2,5-5,0 А
Міліамперметр	Э34	1,0	0-70 мА
Вольтметр	Э-378	1,5	0-250 В
Автотрансформатор лабораторний ЛАТР	навчальний		
Фазорегулювач	-	-	

### Завдання

Зробіть короткий конспект теоретичного матеріалу лабораторної роботи.

Зберіть схему (рисунок 1.6). Після вмикання установить номінальне значення струму і  $\cos\varphi = 1$ . Для цього ручку фазорегулювача обертайте до максимального показання ватметра.

За вказівкою викладача змініть положення ручки фазорегулювача.

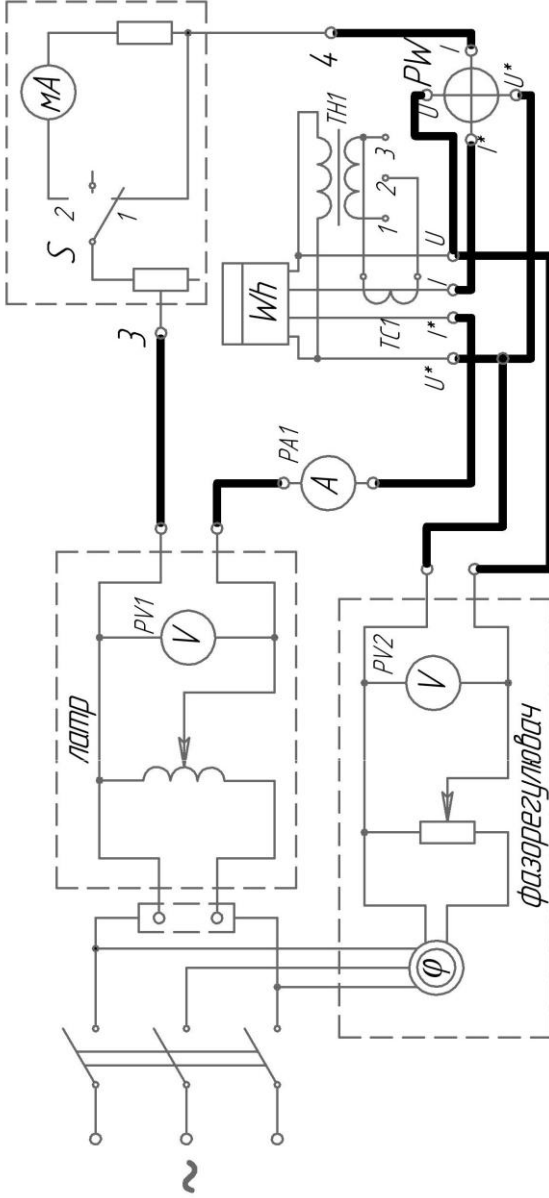
За отриманими на осцилографі графіками сигналів напруги і струму знайдіть, на який кут зсунуті напруга і струм один від одного, обчисліть виміряну потужність за даними осцилографа, порівняйте значення обчисленої потужності зі значенням, виміряним ватметром.

Результати вимірювань і обчислень запишіть у таблицю 1.5.

Напруга і струм зсунені за фазою на кут  $\varphi$  (рис.1.7)

$$\varphi = ((t_2 - t_1) \cdot 360^\circ) / T = (t_2 - t_1) \cdot 360^\circ \cdot f,$$

де  $T$  – період вимірюваного сигналу, с;  $f = 1/T$  – частота, Гц.



2,3 – виводи вимірювального трансформатора струму

1,3 – виводи вимірювального трансформатора напруги

— електричні кола

— виводи, що під'єднуються виконавцями роботи

Рисунок 1.6 - Схема лабораторної установки.

Таблиця 1.5 - Результати вимірювань

Виміряно					Обчислено				
I, А	U, В	P <sub>w</sub> , Вт	Δt, с	N, об	φ, рад	i <sub>m</sub> , А	u <sub>m</sub> , В	P, Вт	P <sub>Wh</sub> , Вт

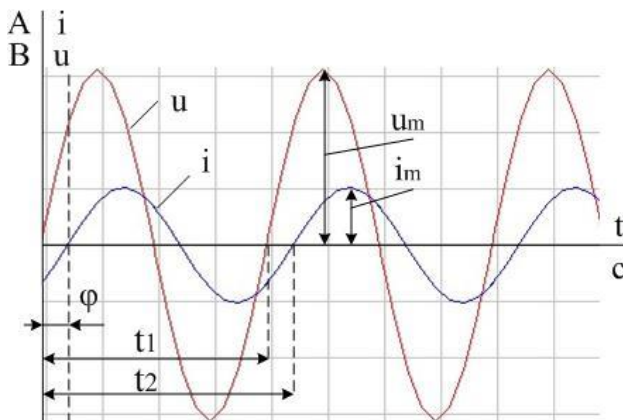


Рисунок 1.7 – Графіки типових вимірюваних сигналів напруги і струму

Миттєві значення напруги, струму та миттєвої потужності визначають за співвідношеннями:

$$p = ui, \quad u = U_m \sin(\omega t), \quad i = I_m \sin(\omega t - \varphi).$$

Активну потужність визначають із співвідношення

$$P = UI \cos \varphi, \quad U = U_m / \sqrt{2}, \quad I = I_m / \sqrt{2}.$$

Потужність, яка виміряна індукційним лічильником

$$P_{Wh} = N / (A \cdot \Delta t),$$

де  $N$  – кількість обертів лічильника, об;  $A$  - передавальне число лічильника, що дорівнює кількості обертів на одиницю енергії (1кВт·год) і вказується на його щитку;  $\Delta t$  – час здійснення  $N$  обертів диска лічильника, с.

### Зміст звіту з лабораторної роботи

Звіт з лабораторної роботи повинен містити тему, мету лабораторної роботи, короткі теоретичні відомості, заповнені

таблиці 2.1 і 3.1, схему лабораторної установки, фото екрану осцилографа, який містить зображення вимірюваних електричних сигналів, рисунок осцилограми з позначенням величин, використаних для обчислення вимірюваної потужності, розрахунки, висновок.

### **Контрольні запитання**

- 1.1 Пояснити поняття квантування і дискретизації.
- 1.2 Навести узагальнену структурну схему цифрового вимірювального приладу.
- 1.3 Пояснити поняття аналого-цифрового перетворення.
- 1.4 Основні метрологічні характеристики АЦП та цифрових приладів
- 1.5 Похибки цифрових вимірювальних приладів.
- 1.6 Пояснити явище зсуву фаз.
- 1.7 Пояснити порядок дій для підключення та вимірювання певної електричної величини цифровим осцилографом OWON PSD 5022S.
- 1.8 Пояснити як визначити вимірюване значення величини за даними цифрового осцилографа OWON PSD 5022S.
- 1.9 Пояснити як змінювати горизонтальне та вертикальне положення вимірюваних сигналів.
- 1.10 Пояснити послідовність дій для налаштування вимірювального каналу цифрового осцилографа OWON PSD 5022S.
- 1.11 Назвати математичні операції цифрового осцилографа OWON PSD 5022S.

## 2 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №8

### Визначення метрологічних характеристик засобів вимірювальної техніки за зовнішнім виглядом їхньої шкали

**Мета:** закріпити навички визначення метрологічних характеристик засобів вимірювальної техніки за зовнішнім виглядом їхньої шкали

#### Короткі теоретичні відомості

Метрологічними називають характеристики засобів вимірювальної техніки, які нормуються для визначення результату вимірювання та його похибок.

Основні статичні метрологічні характеристики: функція перетворення; чутливість; ціна поділки; поріг чутливості; швидкодія; діапазон показів і діапазон вимірів та інші.

#### Завдання

Визначити метрологічні характеристики двох засобів вимірювальної техніки за зовнішнім виглядом їхньої шкали. Вимірювальні прилади обираються за варіантами з таблиці 4. Варіант визначається за двома останніми цифрами номера залікової книжки.

Таблиця 2.1 – Вихідні данні до завдання 2

Передостання цифра номера залікової книжки	Номер рисунка з фото комбінованого вимірювального приладу	Остання цифра номера залікової книжки	Номер рисунка з фото лічильника
1	Рисунок 1	1	Рисунок 4
2	Рисунок 2	2	Рисунок 5
3	Рисунок 3	3	Рисунок 6
4	Рисунок 1	4	Рисунок 7
5	Рисунок 2	5	Рисунок 8
6	Рисунок 3	6	Рисунок 4
7	Рисунок 1	7	Рисунок 5
8	Рисунок 2	8	Рисунок 6
9	Рисунок 3	9	Рисунок 7
0	Рисунок 1	0	Рисунок 8

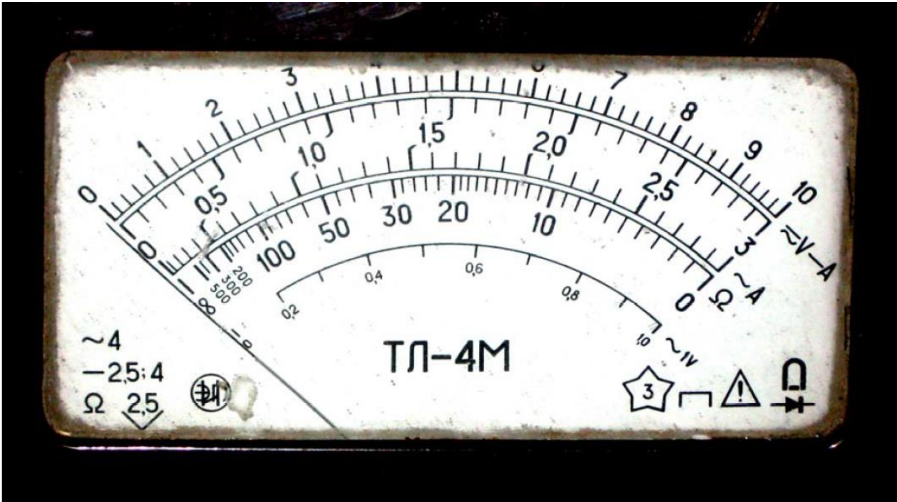


Рисунок 2.1 – Комбінований прилад ТЛ-4М для вимірювання сили електричного струму, електричної напруги, електричного опору



Рисунок 2.2 – Комбінований прилад Ц 4328 для вимірювання сили електричного струму, електричної напруги, електричного опору

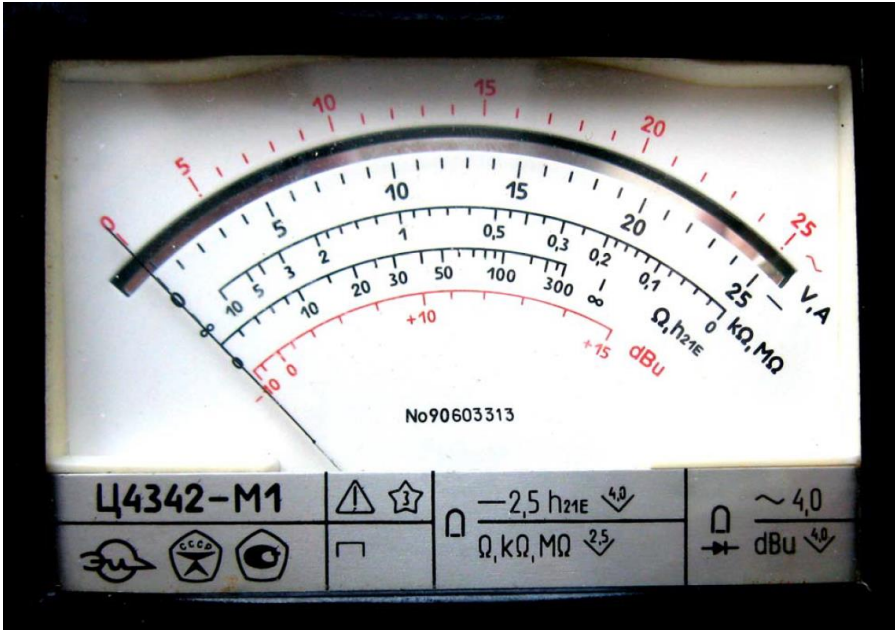


Рисунок 2.3 – Комбінований прилад Ц4342-М1 для вимірювання сили електричного струму, електричної напруги, електричного опору, рівня сигналу

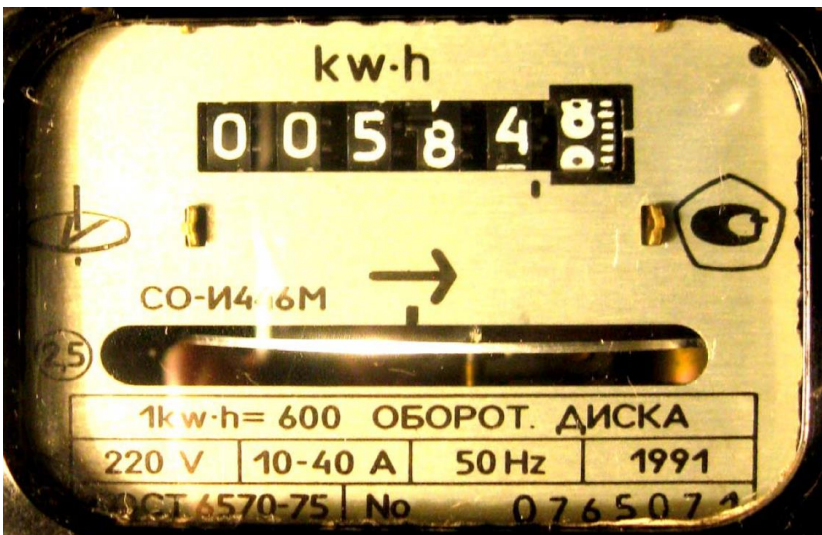


Рисунок 2.4 – Лічильник витрат електроенергії СО-І446М



Рисунок 2.5 – Лічильник витрат електроенергії СО-2М

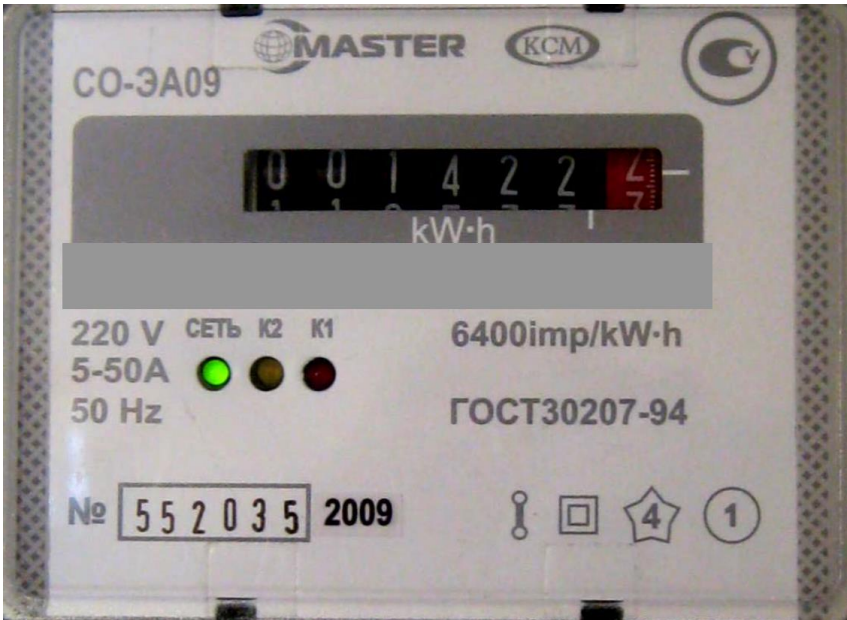


Рисунок 2.6 – Лічильник витрат електроенергії СО-Э А09

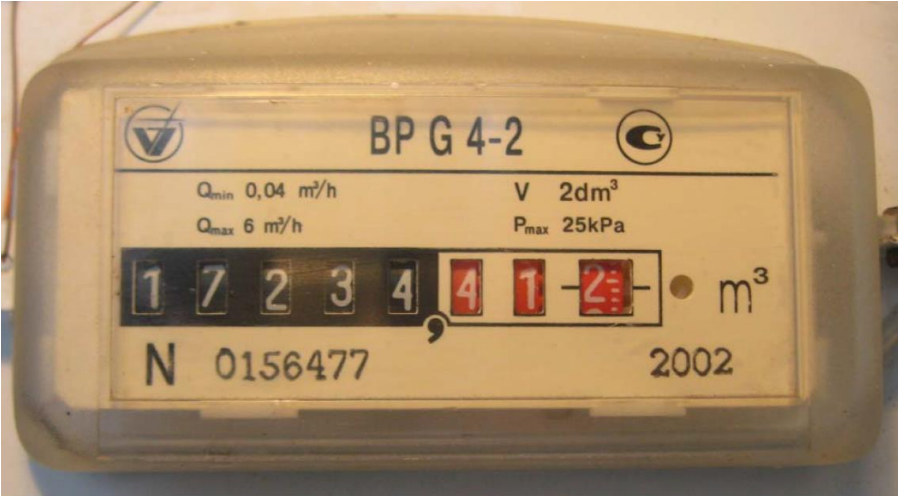


Рисунок 2.7 – Лічильник витрат газу BP G 4-2

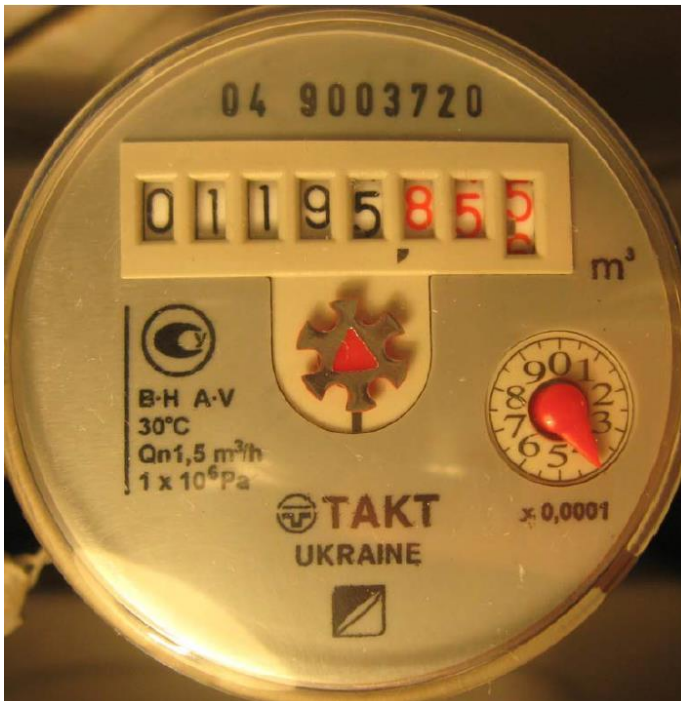


Рисунок 2.8 – Лічильник витрат води TAKT

### **Зміст звіту з лабораторної роботи**

Звіт з лабораторної роботи повинен містити тему, мету лабораторної роботи, короткі теоретичні відомості, два рисунки засобів вимірювальної техніки, визначені метрологічні характеристики цих приладів з поясненням, висновок.

### **Контрольні запитання**

- 1 Дати визначення поняттю «метрологічні характеристики».
- 2 Які характеристики відносяться до динамічних?
- 3 Які характеристики відносяться до статичних?
- 4 Які форми подання статичної характеристики Ви знаєте?
- 5 Як визнається чутливість, поріг чутливості, зона нечутливості?
- 6 Дайте визначення діапазону вимірювання і діапазону показів.
- 7 Що таке клас точності?

### 3 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №9

#### Обробка результатів прямих одноразових вимірювань

**Мета:** набуття студентами навичок обробки результатів прямих одноразових вимірювань (оцінювання похибок і невизначеності результату вимірювань).

#### Короткі теоретичні відомості

Прямі одноразові вимірювання є наймасовішими. Вони проводяться, якщо при вимірюванні відбувається руйнування об'єкта вимірювання, відсутня можливість повторних вимірів, існує економічна доцільність. Прямі одноразові вимірювання можливі лише за певних умов:

- достатній обсяг апріорної інформації про об'єкт вимірювання, щоб визначення вимірюваної величини не викликало сумнівів;
- вивчений метод вимірювання, його похибка або заздалегідь усунена, або оцінена;
- справні засоби вимірювань, а їх метрологічні характеристики відповідають встановленим нормам.

За результат прямого одноразового вимірювання приймається значення величини, отримане при вимірюванні. До вимірювання повинна бути проведена апріорна оцінка складових похибки. При визначенні довірчих меж похибки результату вимірів довірна ймовірність приймається, як правило, дорівнює 0,95.

Методика обробки результатів прямих одноразових вимірювань може бути застосована і під час наступних умов: складові похибки відомі; відомі систематичні похибки виключені (внесені поправки на всі відомі джерела невизначеності, що мають систематичний характер); розподіл випадкових вади знайти не суперечить нормальному розподілу, а незвільнені систематичні похибки, представлені заданими межами  $\pm \Theta$ , розподілені рівномірно.

Складовими похибки прямих одноразових вимірювань є:

- похибки засобу вимірювань (ЗВ), що розраховуються за їх метрологічних характеристик;
- похибка використовуваного методу вимірювань;
- похибка оператора.

Названі складові можуть складатися з невиключених систематичних і випадкових похибок. При наявності декількох систематичних похибок довірна межа результату вимірювання розраховується за формулою:

$$\Theta(P) = k_1 \sqrt{\sum_{i=1}^n \Theta_i^2},$$

де  $k_1$  - коефіцієнт, що залежить від  $P$ :

$k_1 = 0,95$ , при  $P = 0,9$ ;  $k_1 = 1,1$ , при  $P = 0,95$ ;  $k_1 = 1,45$ , при  $P = 0,99$ .

Випадкові складові похибки результату вимірювання виражаються або середніми квадратичними відхиленнями (СКВ)  $S_x$ , або довірчими межами. У першому випадку довірна межа випадкової складової похибки результату прямого одноразового вимірювання визначається через його СКВ:

$$\varepsilon(P) = z_p S_x,$$

де  $z_p$  - точка нормованої функції Лапласа при ймовірності  $P$ .

Якщо середні квадратичні відхилення визначені експериментально при невеликому числі вимірювань ( $n < 30$ ), то в цій формулі замість коефіцієнта  $z_p$  слід використовувати коефіцієнт Стьюдента, відповідний найменшому числу вимірювань.

Знайдені значення  $\Theta(P)$  і  $\varepsilon(P)$  використовуються для оцінки похибки результату прямого одноразового вимірювання. Сумарна похибка результату вимірювання  $D(P)$  визначається в залежності від співвідношення  $\Theta(P)$  і  $S_x$ .

$$\text{Если } \frac{\Theta(P)}{S_x} < 0,8, \text{ то } D(P) = \varepsilon(P).$$

$$\text{Если } \frac{\Theta(P)}{S_x} > 8, \text{ то } D(P) = \Theta(P).$$

$$\text{Если } 0,8 \leq \frac{\Theta(P)}{S_x} \leq 8, \text{ то } D(P) = k_2 [\Theta(P) + \varepsilon(P)],$$

де  $k_2$  – коефіцієнт, що залежить від  $P$ :  $k_2 = 0,76$  при  $P = 0,95$ ;  $k_2 = 0,83$  при  $P = 0,99$ .

На етапі переходу від теорії похибок до теорії невизначеностей поряд з оцінкою похибки необхідно також оцінити невизначеність результату вимірювань.

Нагадаємо, що під невизначеністю вимірювань, розуміють параметр, пов'язаний з результатом вимірювань і характеризує розсіювання значень, які могли б бути обґрунтовано приписані вимірюваній величині.

Оцінці підлягає стандартна невизначеність результату вимірювань  $[u]$ . Для отримання кінцевого результату необхідно спочатку оцінити невизначеність за типом А, а потім невизначеність за типом В.

Стандартну невизначеність за типом А ( $u_A$ ) обчислюють за формулою:

$$u_A = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}$$

або задають апіорі як оцінки середнього квадратичного відхилення результату одноразового вимірювання ( $SX$ ).

Стандартну невизначеність за типом В ( $u_B$ ) обчислюють за формулою:

$$u_B = \frac{\Theta(P)}{\sqrt{3}}.$$

Сумарна стандартна невизначеність  $u_C$  дорівнює позитивному квадратному кореню з суми дисперсій:

$$u_C = \sqrt{u_A^2 + u_B^2}.$$

#### Приклад

При одноразовому вимірі фізичної величини отримано показання засобу вимірювання  $X = 10$ . Визначити, чому дорівнює значення вимірюваної величини, якщо експериментатор володіє

наступною апіорної інформацією про засіб вимірювань і умовах виконання вимірювань: клас точності засобу вимірювань 4,0; межі вимірювань 0 ... 50; значення адитивної поправки  $\Theta(P)_a = 0,5$ ; СКВ  $S_X = 0,1$ ;  $P = 0,95$ .

Рішення

1. Оцінюємо похибку результату вимірювання.

Аналізуємо наявну апіорну інформацію: клас точності, засоби вимірювання, адитивная поправка, СКВ.

При вимірюванні отримано значення:  $X = 10$ .

За межі невиключену систематичної похибки приймаємо межі найбільшої абсолютної похибки приладу, які знаходимо

$$\Delta = \pm \frac{X_N \cdot \gamma}{100} = \pm \frac{50 \cdot 4,0}{100} = \pm 2,$$

де  $X_N$  - нормуюче значення, в даному випадку дорівнює діапазону вимірювання засобу вимірювання  $X_N = 50$ ;  $\gamma$  - нормована межа допустимої зведеної похибки, яка визначається з класу точності засобу вимірювання  $\gamma = 4,0$  %.

Отже,  $\Theta(P) = \pm 2$ .

Знаходимо межі випадкової складової похибки вимірювання

$$\varepsilon(P) = t_p S_x = 12,7 \cdot 0,1 = 1,27,$$

де  $t_p$  - коефіцієнт Стьюдента при мінімальному числі вимірювань.

Визначаємо сумарну похибка результату вимірювання. Так як  $\Theta > 8 \cdot S_x$ , то за межі сумарної похибки приймаємо межі невиключеної систематичної похибки.

Вносимо в результат вимірювання поправку:

$$X_{\text{испр}} = X + (-\Theta(P)_a) = 9 - 0,5 = 8,5.$$

Записуємо результат вимірювання:  $X_{\text{испр}} \pm D(P)$ , при  $P=0,95$   
 $8,5 \pm 2$ , при  $P=0,95$ .

2. Оцінюємо невизначеність результату вимірювань.

Стандартна невизначеність за типом А задана апріорі у вигляді оцінки середнього квадратичного відхилення результату одноразового вимірювання ( $S_x$ ). За умовою завдання СКВ  $S_x = 0,1$ , тобто  $u_A = \pm 0,1$ .

Обчислюємо стандартну невизначеність за типом В:

$$u_B = \frac{\Theta(P)}{\sqrt{3}} = \frac{2}{1,73} \approx 1,16.$$

Обчислюємо сумарну стандартну невизначеність:

$$u_C = \sqrt{u_A^2 + u_B^2} = \sqrt{0,1^2 + 1,16^2} = \sqrt{0,01 + 1,35} \approx 1,2.$$

### Завдання

Визначити, чому дорівнює значення вимірюваної величини при одноразовому вимірюванні. Провести оцінку похибки і невизначеності результату одноразових вимірювань. Вихідні дані наведені в табл.4.1.

Таблиця 4.1 - Вихідні дані

№ вар.	Показ приладу	Межі вимірювання	Клас точності	Адитивна поправка
1	15	0..50	4	-0,5
2	25	0..50	5	0,5
3	31	0..40	0,2	0,2
4	24	0..60	0,5	0,5
5	27	0..30	1	0,1
6	85	0..100	2	-0,5
7	68	0..80	0,4	-0,2
8	59	0..70	1,5	-0,6
9	35	0..50	4	0,4
10	45	0..60	0,2	-0,5
11	64	0..90	0,5	0,2
12	86	0..90	0,4	-0,2
13	28	0..30	0,5	-0,1
14	55	0..60	1	0,2

**Зміст звіту**

1. Вихідні дані до задачі, відповідно до варіанту.
2. Формули і результати розрахунків: меж невиключеної систематичної похибки; меж випадкової складової похибки вимірювання; сумарної похибки результату вимірювання; оцінки невизначеності результату вимірювань.
3. Запис результату вимірювань в прийнятій формі.

**Контрольні питання**

1. Умови, при яких використовуються прямі одноразові вимірювання?
2. Що приймається за результат прямого одноразового вимірювання?
3. Назвіть умови, при яких може бути застосована дана методика.
4. Назвіть складові похибки прямих одноразових вимірювань.
5. Дайте визначення невиключеної систематичної похибки результату вимірів.
6. Дайте визначення випадкової похибки результату вимірів.
7. Дайте визначення невизначеності вимірювань.
8. Як знайти стандартну невизначеність за типом А?
9. Як знайти стандартну невизначеність за типом В?

## 4 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №10

### **Вивчення змісту державного стандарту ДСТУ 1.5:2015. Національна стандартизація. Правила розроблення, викладання та оформлення національних нормативних документів**

**Мета:** ознайомитися зі змістом державного стандарту ДСТУ 1.5:2015, вивчити загальні вимоги до побудови, викладу, оформлення та змісту стандартів.

#### **Короткі теоретичні відомості**

**РОЗРОБЛЕНО:** робоча група, створена наказом Державного підприємства «Український науково-дослідний і навчальний центр стандартизації, сертифікації та якості» (ДП «УкрНДНЦ») від 23 листопада 2015 р. № 156

**ПРИЙНЯТО ТА НАДАНО ЧИННОСТІ:** наказ ДП «УкрНДНЦ» від 31 грудня 2015 р. № 217 з 2016-04-01; наказом ДП «УкрНДНЦ» від 18 лютого 2016 р. № 43 змінено назву стандарту; наказом ДП «УкрНДНЦ» від 31 березня 2016 р. № 95 термін надання чинності перенесено з 2016-04-01 на 2016-07-01; наказом ДП «УкрНДНЦ» від 20 травня 2016 р. № 138 термін надання чинності перенесено з 2016-07-01 на 2016-09-01; наказом ДП «УкрНДНЦ» від 29 серпня 2016 р. № 254 термін надання чинності перенесено з 2016—09—01 на 2017-02-01

Цей стандарт розроблено згідно з правилами, установленими в національній стандартизації України

НА ЗАМІНУ ДСТУ 1.5:2003

#### **Зміст стандарту**

- 1 Сфера застосування
- 2 Нормативні посилання
- 3 Терміни та визначення понять
- 4 Позначки та скорочення
- 5 Структура стандарту
  - 5.1 Загальні положення.
  - 5.2 «Титульний аркуш»
  - 5.3 «Передмова»
  - 5.4 «Зміст»
  - 5.5 «Вступ»

- 5.6 «Назва»
- 5.7 «Сфера застосування»
- 5.8 «Нормативні посилання»
- 5.9 «Терміни та визначення понять»
- 5.10 «Познаки та скорочення»
- 5.11 «Вимоги/положення щодо об'єкта стандартизації»
- 5.12 «Додатки»
- 5.13 «Бібліографія»
- 5.14 «Бібліографічні дані»
- 5.15 Поділ стандарту
- 5.16 Заголовки та нумерування структурних елементів
- 6 Викладання стандарту
  - 6.1 Загальні положення
  - 6.2 Переліки
  - 6.3 Назви організацій і продукції та їх скорочення
  - 6.4 Таблиці
  - 6.5 Рисунки
  - 6.6 Формули
  - 6.7 Посилання
  - 6.8 Примітки
  - 6.9 Приклади
  - 6.10 Виноски
  - 6.11 Скорочення
  - 6.12 Умовні позначки
  - 6.13 Позначення фізичних величин та одиниць фізичних величин
  - 6.14 Числові значення
- 7 Викладання й оформлення змін і поправок до стандарту та його перевидання
  - 7.1 Викладання й оформлення змін і поправок до стандарту
  - 7.2 Оформлення стандарту в разі перевидання
  - 8 Оформлення та видання стандарту
    - 8.1 Оформлення проекту стандарту
    - 8.2 Видання стандарту
- 9 Зміст стандартів
  - 9.1 Зміст основоположних стандартів
  - 9.2 Зміст стандартів на продукцію та послуги
  - 9.3 Зміст стандартів на методи контролювання

#### 9.4 Зміст стандартів на процеси (послуги)

10 Зміст кодексів ustalеної практики

11 Позначення стандарту

Додаток А (довідковий) Типові структурні елементи стандарту та схема поділу структурних елементів стандарту за рівнем підпорядкованості

Додаток Б (обов'язковий) Приклади оформлення «Титульного аркуша» стандарту та Зміни до стандарту

Додаток В (довідковий) Приклади оформлення «Передмови»

Додаток Г (обов'язковий) Правила складання назви стандарту

Додаток Д (довідковий) Приклад оформлення «Нормативних посилань»

Додаток Е (довідковий) Уніфіковані мовні форми, що їх треба вживати, викладаючи положення стандартів

Додаток Ж (довідковий) Приклад оформлення «Бібліографії»

Додаток И (обов'язковий) Форми сторінок стандарту

Додаток К (обов'язковий) Форми сторінок Зміни до стандарту

Додаток Л (обов'язковий) Правила оформлення стандарту

Додаток М (довідковий) Бібліографія

#### **Завдання.**

Вивчити загальні вимоги до побудови, викладу, оформлення та змісту стандартів.

Письмово навести опис складових частин стандарту.

#### **Контрольні запитання.**

1. Як контролюється в Україні галузь стандартизації?
2. Які існують види стандартизації за сферою розповсюдження?
3. Які існують види нормативних документів зі стандартизації?
4. Поясніть, з якою метою здійснюється контроль та нагляд за дотриманням вимог державних стандартів.
5. Поясніть принципову різницю між контролем та наглядом у галузі стандартизації.
6. Як здійснюється відбір зразків (проб) для контролю та нагляду за якістю продукції?
7. Як здійснюється технічний огляд продукції та оформлюються його результати?

## 5 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №11

### Види сертифікації і моделі їх виконання

**Мета:** ознайомитися з видами сертифікації і моделями їх виконання.

#### Короткі теоретичні відомості

Сертифікація може мати обов'язковий і добровільний характер. Останнім часом обов'язкова сертифікація часто називається сертифікацією в законодавчо регульованій сфері, а добровільна сертифікація - в законодавчо нерегульованій сфері.

Переваги підприємств у результаті сертифікації:

- покращання менеджменту управління;
- поглиблення знань щодо процедурних питань, що сприяє прискоренню усунення процедурних проблем;
- підвищення ступеня задоволення потреб споживачів;
- додаткові конкурентні переваги продукції порівняно з несертифікованими товарами-конкурентами;
- розширення частки ринку.

У країнах Європейської Співдружності (ЄС) завдання сертифікації в законодавчо регульованій сфері такі самі, як і в Україні. Відмінність полягає лише в порядку здійснення сертифікації: випробування і наступна оцінка продукції здійснюються на відповідність гармонізованим для країн ЄС вимогам Директив (законодавчих актів) з безпеки. Перелік видів цієї продукції закріплений в європейських Директивах «нового підходу» і є обов'язковим для країн, що входять до ЄС. Комісія ЄС прийняла рішення стосовно системи оцінки відповідності для різноманітних сімей (груп) продукції.

Директиви «нового підходу» встановлюють єдину систему маркування, відому як «маркування знаком «СЕ».

Маркування знаком «СЕ» - це заява з боку виробника стосовно того, що продукція відповідає всім чинним законодавчим положенням на виконання певних директив ЄС. Маркування знаком «СЕ» дає змогу компаніям легше отримувати доступ на європейський ринок і продавати свою продукцію без адаптації чи необхідності проходити додаткові перевірки. Маркування знаком «СЕ» застосовується лише до продукції, що підпадає під дію Директив нового чи старого

глобального підходів. «Синя книга» Європейської Комісії (Інструкції щодо виконання Директив нового підходу та глобального підходу) містить перелік директив, де застосовується маркування знаком «СЕ».

Серед причини, що спонукають підприємства здійснювати добровільну сертифікацію, важливо відзначити:

- забезпечення задоволення потреб та надання гарантій споживачам;
- тиск з боку споживача;
- забезпечення конкурентоспроможності товарів;
- необхідність збільшення своєї частки ринку;
- полегшення просування товарів на ринки збуту;
- застосування новітніх технологій, що формують безпеку та якість продукції;
- підвищення якості продукції;
- підвищення ефективності виробництва;
- зниження витрат виробництва.

Згідно з рішенням Ради Європейського Співтовариства від 12.12.90 (90/683/ЕЕС) країни-учасниці ЄС використовують для сертифікації 8 схем (моделей) сертифікації, кожна з яких є різною сукупністю певних типових процедур. Можливість чи необхідність використання того чи іншого модуля під час оцінки відповідності конкретного виду продукції Європейській Директиві встановлюється у самій Директиві.

#### **Алгоритм виконання сертифікації продукції.**

1. Подання в Орган сертифікації заявки на проведення робіт по сертифікації продукції та комплекту необхідної для цього документації. (де саме зазначено перелік необхідної документації).
2. Розгляд Органом сертифікації заявки та наданих документів.
3. Прийняття рішення за заявкою щодо можливості проведення сертифікації.
  - 3.1 Відмова в проведенні сертифікації.
  - 3.2 Вибір схеми сертифікації.
4. Відбір та ідентифікація зразків.
5. Проведення лабораторних випробувань відібраних зразків (Головний випробувальний центр).
6. Аналізування отриманих результатів.
7. Прийняття рішення щодо видачі сертифікату.

7.1 Обґрунтована відмова в можливості видачі сертифікату відповідності.

7.2 Видача сертифікату відповідності.

8. Технічний нагляд за сертифікованою продукцією (якщо передбачено схемою сертифікації).

### **Завдання.**

Вивчити моделі виконання сертифікації.

Навести види сертифікації продукції.

Дати перелік і опис сертифікації продукції.

Визначити необхідні документи для проведення сертифікації продукції.

Навести правила і послідовність виконання робіт щодо сертифікації продукції.

### **Контрольні запитання.**

1. Дайте визначення понять «сертифікація», «обов'язкова сертифікація», «добровільна сертифікація».

2. Яке значення сертифікації товарів в Україні?

3. Які основні переваги та недоліки сертифікації у світі та в Україні?

4. Розкрийте зміст понять «підтвердження відповідності», «технічний регламент з підтвердження відповідності» тощо.

5. Які основні цілі має сертифікація в законодавчо регульованій та законодавчо нерегульованій сфері?

## 6 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №12

### Класифікація та аналіз знаків відповідності у міжнародних системах сертифікації

**Мета:** ознайомитися з класифікацією та проаналізувати знаки відповідності у міжнародних системах сертифікації.

#### Короткі теоретичні відомості

Знак відповідності засвідчує відповідність продукції вимогам, що було встановлено під час проведення сертифікаційних робіт.

Знаки відповідності можуть нести численну інформацію про продукцію чи послугу, у тому числі про:

- небезпеку конкретного виробу для споживача;
- його вплив на навколишнє середовище;
- про довговічність продукції;
- відповідність робочих характеристик продукції нормативним;
- належність знаку конкретному постачальнику або виробнику;
- умови праці виробника та наявність системи управління якістю продукції на підприємстві.

Знаки на продукції або інформаційних документів на продукцію або послуги можуть мати різний вигляд. Важливо розрізнити знаки або етикетки, які ідентифікують чи описують продукцію або послуги разом з їхніми характеристиками, від тих, що вказують на їхню відповідність технічним умовам, зведення правил, систему управління чи стандарту на виріб або послугу. Саме остання група знаків, як правило, базується на оцінці відповідності з боку незалежного органу сертифікації, акредитації або контролю.

До основних видів діяльності, здатних призводити до присвоєння продукції чи послугі знака відповідності належать: контроль; випробування; сертифікація систем управління (якістю, навколишнім середовищем, безпекою або комплексна); сертифікація продукції.

В ідеалі знак оцінки відповідності повинен вказати споживачу на дві речі:

- що певний виріб або послуга відповідає вимогам загальноприйнятого стандарту на цю продукцію або послугу;

- що орган, який здійснив оцінку відповідності, є компетентним для здійснення такої діяльності.

На заміну сертифікації УкрСЕПРО приходить сертифікат, виданий Національним агентством з акредитації.

Яка продукція підлягає обов'язковому підтвердженню?

З 2018 року обов'язкове проведення оцінки відповідності вимогам технічних регламентів (згідно ЗУ «Про технічні регламенти та процедури оцінки відповідності»).

Технічний регламент – документ, що встановлює обов'язкові вимоги до об'єктів технічного регулювання (продукції, в т.ч. будівель, конструкцій, процесів виробництва, експлуатації, зберігання і т.д.).

Виробник продукції складає декларацію про відповідність на підставі протоколу випробувань введених в обіг товарів, які є об'єктами технічних регламентів:

- побутова техніка;
- телекомунікаційне обладнання;
- побутова електронна апаратура;
- освітлювальні прилади;
- електроінструменти;
- іграшки, обладнання для відпочинку та спорту;
- медичні вироби;
- пристрої моніторингу і контролю;
- автоматичні пристрої роздачі і дозування продукції.

Основна діяльність ISO з сертифікації – це організаційнометодичне забезпечення. До 1985 р. цими питаннями займався Комітет сертифікації (СЕРТИКО), а в 1985 р. у зв'язку з розширенням його сфери діяльності він був перейменований у Комітет з якості й сертифікації (КАСКО) (CASCO – Committee on Conformity Assessment).

У роботі КАСКО беруть участь близько 50 країн, приблизно 20 країн є спостерігачами. Основні напрями діяльності цього комітету:

- вивчення методів оцінки відповідності продукції і систем забезпечення якості встановленим вимогам у різних країнах;
- підготовка керівництва з випробувань, інспекційного контролю і сертифікації продукції, процесів, служб, із діяльності й оцінки випробувальних лабораторій, органів сертифікації і систем забезпечення якості;

– сприяння взаємному визнанню і прийняттю національних і регіональних систем забезпечення якості, використанню міжнародних стандартів на випробування, контроль, сертифікацію, системи якості та ін.

Міжнародна система сертифікації виробів електронної техніки.

Мета створення Системи сертифікації ВЕТ – сприяння міжнародній торгівлі виробами електронної техніки за допомогою встановлення єдиних вимог до цих товарів, методів оцінки їх відповідності, щоб ці вироби були однаково прийнятні в усіх країнах-учасниках системи без проведення повторних випробувань.

Міжнародна система сертифікації електротехнічних виробів.

Мета системи – сприяння міжнародній торгівлі електроустаткуванням, експлуатація якого здійснюється звичайними споживачами, а не фахівцями в галузі електротехніки. До цієї продукції належать численні види електропобутових (електронних і електротехнічних) виробів: побутове електроустаткування, мережева електронна апаратура, світлотехнічні товари, медична електроапаратура, електронно-обчислювальна техніка, електроустаткування офісів і підприємств та багато іншого. Сертифікація таких виробів на безпеку майже в усіх країнах світу передбачена законодавчими положеннями із захисту прав споживачів.

#### **Завдання.**

Навести класифікацію знаків відповідності у міжнародних системах сертифікації.

Навести приклади і описати знаків відповідності у міжнародних системах сертифікації.

#### **Контрольні запитання.**

1. Охарактеризуйте діяльність ISO в галузі сертифікації.
2. Які цілі та види участі країн у Міжнародній системі сертифікації виробів електронної техніки?
3. Як організована діяльність системи сертифікації виробів електронної техніки?
4. Які види нормативних документів устанавлюються керівництвом у рамках системи сертифікації виробів електронної техніки?
5. Які цілі та види участі країн у міжнародній системі сертифікації електротехнічних виробів?

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Основи метрології та електричних вимірювань: підручник : затв. МОНУ / В. В. Кухарчук, В. Ю. Кучерук, Є. Т. Володарський, В. В. Грабко. – Херсон : Олді-плюс, 2013. – 538 с.
2. Метрологія та вимірювальна техніка: підручник [Текст] / Є. С. Поліщук, М. М. Дорожовець, В. О. Яцук та ін. ; за ред. Є. С. Поліщука.- 2-ге вид., доп. та перероб. – Львів : Львівська політехніка, 2012. – 544 с.
3. Сусліков Л.М., Студеняк І.П. Метрологія та вимірювання: Навчальний посібник. – Ужгород: Видавництво УжНУ, 2014. - 292 с.
4. Ціделко В.Д., Яремчук Н.А., Затока С.А., Бурченков Г.К., Шведова В.В., Стасевич В.А. Основи метрології та вимірювальної техніки. Навчальний підручник / За заг. ред. Н.А. Яремчук. – К: Видавництво «Політехніка», 2012. - 266 с.
5. Шевченко, О.І. Метрологія. Терміни та пояснення. Довідник. Друге видання. Київ: ВАІТЕ, 2022. – 56 с.
6. Метрологія : навч. посіб. для студ. спеціальності 152 «Метрологія та інформаційно-вимірювальні технології» / КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад.: Н.М. Защепкіна. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 397 с.
7. ДСТУ 2708:2006 Метрологія. Повірка засобів вимірювальної техніки. Організація та порядок проведення. – К., Держстандарт України, 2006.
8. Закон України «Про стандартизацію». - Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1315-18>
9. Метрологія, стандартизація, сертифікація, акредитація: навч. посібник / В.І. Корсун, В.Т. Белан, Н.В. Глухова. – Д.: Національний гірничий університет, 2011. – 147 с.
10. Седишев, Є. С. Конспект лекцій з дисципліни «Метрологія і стандартизація» для студентів 3–4 курсів денної і заочної форм навчання освітнього рівня «бакалавр» спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія / Є. С. Седишев ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2017. – 97 с.
11. Коваленко, І. О. Метрологія та вимірювальна техніка: навчальний посібник / І. О. Коваленко, А. М. Коваль. – Житомир : ЖІТІ, 2001. – 651 с.

12. Назарова, О.С. Удосконалення системи діагностики стана холодної прокатки на основі бази даних його електромеханічних процесів / О.С. Назарова, Б.В. Васильєв, Д.Р. Шокуров // Електротехніка та електроенергетика, 2023. - №1. – С.7-18. DOI 10.15588/1607-6761-2023-1-1
13. Брилистий, В.В. Вимірювання крутного моменту для дослідження енергетичних характеристик приводів електромобілей / В.В. Брилистий, О.С. Назарова, В.В. Осадчий // Електротехніка та електроенергетика, 2021. - №4. - С. 36–44. <https://doi.org/10.15588/1607-6761-2021-4-4>
14. Nazarova, O. S. Research of the microprocessor liquid level automatic control system / O. S. Nazarova, V. V. Osadchy, B. Yu. Rudim // Applied Aspects of Information Technology, 2023. - Vol. 6. - No. 2. – С. 163–174. DOI:<https://doi.org/10.15276/aaait.06.2023.12>
15. Osadchy, V. Adjustable Vibration Exciter Based on Unbalanced Motors / V. Osadchy, O. Nazarova, T. Hutsol, S. Glowacki, K. Mudryk, A. Bry's, A.Rud, W. Tulej, M. Sojak // Sensors, 2023. – No. 23. – P. 2170. <https://doi.org/10.3390/s23042170>
16. Nazarova, O. Software and Hardware Complex for The Study of Electropneumatic Mechatronic Systems / O. Nazarova, V. Osadchy, S. Shulzhenko, M. Olieinikov // 2022 IEEE 4th International Conference on Modern Electrical and Energy System (MEES), Kremenchuk, Ukraine, 2022. - Pp. 1-6, doi: 10.1109/MEES58014.2022.10005698.
17. Nazarova, O. S. Computer modeling of electromechanical system of two-speed elevator./ Nazarova, O. S., Osadchy, V. V., & Shulzhenko, S. S. // Herald of Advanced Information Technology, 2022. – No. 5(2). – Pp. 133–142. <https://doi.org/10.15276/hait.05.2022.11>
18. Назарова О. С. Ідентифікація кутової швидкості при завадах в оптичній системі енкодера / О.С. Назарова, В. В. Осадчий, І. А. Мелешко, М. О. Олейніков // Вісник НТУ «ХП» - Харків, 2019. – С.65-69. <https://doi.org/10.20998/2079-8024.2019.16.12>
19. Цюцюра В. Д. Метрологія та основи вимірювань: навч. посібник / В. Д. Цюцюра, С. В. Цюцюра. – Київ : Знання- Прес, 2003. – 180 с.
20. Поджаренко, В.О. Основи метрології та вимірювальної техніки. Навчальний посібник / В.О. Поджаренко, П.І. Кулаков, О.Г. Ігнатенко, О.П. Войтович – Вінниця: ВНТУ, 2006. – 151 с.

21. Тарасова В.В. Метрологія, стандартизація та сертифікація. Підручник / В.В. Тарасова, А.С. Малиновський, М.Ф. Рибак. За заг. ред. В.В. Тарасової. – К.: Центр навч. літератури, 2006. – 264 с.

22. Бичківський Р. В., Столярчук П. Г., Гамула П. Р. Метрологія, стандартизація, управління якістю і сертифікація : підручник / за ред. Р. В. Бичківського. – Львів: Львівська політехніка, 2002. – 560 с.

23. Nazarova, O. Fuzzy logic technologies in the diagnostic system of electromechanical processes of the cold rolling mill / O.Nazarova, O.Rusiak // *Energy*, Tbilisi, 3(107)/2023. – P. 10-15.

24. Nazarova, O. Mechatronic automatic control system of electropneumatic manipulator / V. Osadchyy, T. Hutsol, Sz. Glowacki, T. Nurek, V. Hulevskyi, I. Horetska // *Scientific Reports*, 2024. – Vol. 14. – P. 6970. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-56672-4>.

25. Zaluzhnyi, M. Laboratory Stand for Studying the Automated Air Temperature Monitoring System Using IoT Technologies / M. Zaluzhnyi, O. Nazarova, Y. Krysan, A. Pyrozhok // *IEEE 5th International Conference on Modern Electrical and Energy System (MEES)*, Kremenchuk, Ukraine, 2023. - P. 1-5. doi: 10.1109/MEES61502.2023.10402525.

26. Samotyy, V. DC motor control system with optimization of the transient duration / V. Samotyy, R. Horun// *ISTCMTM*, 2023. - Vol. 84(4). - No. 4 - Pp. 23-29. <https://doi.org/10.23939/istcmtm2023.04>.

27. Aschepkov, V. Methods of machine learning in modern metrology / V. Aschepkov // *Measuring equipment and metrology*, 2024. - Vol. 85. - No. 1. Pp. 57-60. <https://doi.org/10.23939/istcmtm2024.01>.

28. Pytel, I. Calibration methods of industrial robots / I. Pytel, M. Vasylyk, J. Makal // *ISTCMTM*, 2024. – Vol. 85(1). – No. 1. – Pp.35-41. <https://doi.org/10.23939/istcmtm2024.01.035>

29. Rudavskiy I. Design and evaluation of a SMART indoor air quality monitoring system / I. Rudavskiy, H. Klym, A. I. Popov // *ISTCMTM*, 2023. – Vol. 84(3). – No. 3. Pp. 23-30. <https://doi.org/10.23939/istcmtm2023.03.023>

30. Honsor, O. Fundamental aspects of metrological support in IoT / O. Honsor, B. Mykyichuk // *Measuring equipment and metrology*, 2024. - Vol. 85. - No. 1. – P. 50-56. <https://doi.org/10.23939/istcmtm2024.01>.

31. Portable Colour Digital Storage Oscilloscope OWON PDS Series. User Manual. - Режим доступу:

<http://www.saelig.com/downloads/pds5022s.pdf>