

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АВТОМОБІЛЬНО-ДОРОЖНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до практичних занять студентів з дисципліни «Повірка та калібрування засобів вимірювальної техніки», для студентів галузі знань 17 «Електроніка, автоматизація та електронні комунікації» спеціальності 175 «Інформаційно-вимірювальні технології» освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр»

Затверджено вченою
радою механічного
факультету, протокол №6
від 09 «лютого» 2024 р.

Укладачка: к.т.н., доц. Медведовська Я.С.

Харків
ХНАДУ
2024

ЗМІСТ

Література	
Вступ	
Практичне заняття 1 . Встановлення метрологічних характеристик засобів вимірювання геометричних величин	
Практичне заняття 2 Визначення виду метрологічного контролю засобів вимірювальної техніки	
Практичне заняття 3 Встановлення метрологічних характеристик засобів вимірювання маси	
Практичне заняття 4 Встановлення метрологічних характеристик засобів вимірювання об'єму	
Практичне заняття 5 Встановлення метрологічних характеристик засобів вимірювання температури	
Практичне заняття 6 Встановлення метрологічних характеристик засобів вимірювання часу	
Практичне заняття 7 . Встановлення метрологічних характеристик засобів вимірювання тиску	
Практичне заняття 8 Встановлення значення похибки засобів вимірювальної техніки та невизначеності під час проведення калібрування	

ЛІТЕРАТУРА

1. Малецька О. Є., Москаленко М. В., Мельниченко О. А., Денисенко А. М., Сегал Л.Л. Повірка та калібрування засобів вимірювальної техніки. Машинобудування: збірник наукових праць. Харків, 2016. № 18. С. 111-119
2. ДСТУ 3741:2015 Метрологія. Державна повірочна схема для засобів вимірювання довжини.
3. ДСТУ 8912:2019 Метрологія. Колонки паливороздавальні для рідкого палива. Методика повірки.
4. ДСТУ 3381:2009 Метрологія. Державна повірочна схема для засобів вимірювання маси.
5. ДСТУ 7690:2015 Метрологія. Неавтоматичні зважувальні прилади. Методика повірки (калібрування).
6. ДСТУ 3537:2011 Метрологія. Державна повірочна схема для засобів вимірювань об'єму рідини.
7. ДСТУ 7218:2011 Метрологія. Мірники металеві еталонні. Методика повірки (калібрування).
8. ДСТУ 3194:2005 Метрологія. Державна повірочна схема для засобів вимірювання температури. Безконтактні засоби вимірювання температури.
9. ДСТУ 3538:2009 Метрологія. Державна повірочна схема для засобів вимірювань часу і частоти.

10. ДСТУ 7230:2011 Метрологія. Секундоміри механічні. Методика повірки (калібрування).

11. ДСТУ 3496:2015 Метрологія. Державна повірочна схема для засобів вимірювання абсолютного тиску в діапазоні від $2,7 \cdot 10(2)$ Па до $4 \cdot 10(5)$ Па.

12. ДСТУ 7224:2011 Метрологія. Манометри, мановакуумметри, вакуумметри, напороміри, тягонапороміри, тягоміри з пневматичними вихідними сигналами. Методика повірки (калібрування).

13. Посилання на курс:

<https://dl2022.khadi-kh.com/course/view.php?id=1998>.

ВСТУП

Ці методичні вказівки призначені для студентів четвертого курсу галузі знань 15 «Автоматизація та приладобудування» спеціальності 152 «Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка» освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр» з метою надання допомоги при підготовці та виконанні практичних занять з дисципліни «Повірка та калібрування засобів вимірювальної техніки». Ці методичні вказівки направлені навчити студентів методичним основам проведення повірки і калібрування засобів вимірювання різних величин, визначення та аналізу метрологічних характеристик засобів вимірювальної техніки.

Методичні вказівки складені відповідно до силабусу дисципліни ([Повірка та калібрування засобів вимірювальної техніки 152 4ММ 3Мт.pdf \(khadi-kh.com\)](#)), стандартами освіти з підготовки бакалаврів вказаної спеціальності, освітньою програмою «Інформаційно-вимірювальні технології» та навчальними планами. По завершенні вивчення дисципліни студенти будуть знати та вміти:

- знати зміст, порядок організації і проведення заходів з метрологічного обслуговування широкої номенклатури ЗВТ;
- знати класифікацію, склад, вимоги нормативно-технічної документації з повірки (калібрування) ЗВТ;
- знати локальні повірочні схеми, методи і засоби повірки (калібрування) основної номенклатури ЗВТ;
- знати призначення, метрологічні характеристики, особливості застосування повірочного обладнання;
- знати основні правила проведення повірочних робіт в умовах метрологічних підрозділів;
- вміти організовувати повірку та калібрування широкої номенклатури ЗВТ у метрологічному підрозділі;
- вміти розробляти локальні повірочні схеми, самостійно здійснювати повірку та калібрування широкого переліку ЗВТ;
- вміти опанувати засоби повірки та калібрування нових сучасних зразків ЗВТ;
- вміти розробляти та впроваджувати нові методики повірки ЗВТ.

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ №1

ВСТАНОВЛЕННЯ МЕТРОЛОГІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЗАСОБІВ ВИМІРЮВАННЯ ГЕОМЕТРИЧНИХ ВЕЛИЧИН

Мета – намалювати локальну повірочну схему передавання одиниці вимірювань від національного еталону до обраного робочого засобу вимірювання геометричних величин.

ЗАВДАННЯ

1. Ознайомитись [ДСТУ 3741:2015](#) «Метрологія. Державна повірочна схема для засобів вимірювання довжини». На основі Стандарту написати короткі теоретичні відомості.
2. За державною повірочною схемою обрати робочий засіб вимірювальної техніки та зобразити локальну повірочну схему, тобто частину від державної, яка показує яким чином передається одиниця цієї величини від первинного еталону саме до обраного засобу вимірювальної техніки.
3. Для обраного робочого засобу вимірювальної техніки для максимального значення вказаної для цих засобів вимірювальної техніки розрахувати: зведену похибку (як нормуюче значення взяти максимальне значення діапазону вимірювання); відносну похибку для середини вказаного діапазону вимірювання.
4. Дати відповідь на контрольні питання.
5. Звіт про виконане лабораторне заняття надати на перевірку у дистанційному курсі <https://dl2022.khadi-kh.com/course/view.php?id=1998>.

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

1. Дайте визначення поняттю «первинного еталону».
2. Дайте визначення поняттю «робочого еталону».
3. Дайте визначення поняттю «повірка».
4. Дайте визначення поняттю «повірочної схеми».
5. Дайте визначення поняттю «калібрування».

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ №2

ВИЗНАЧЕННЯ ВИДУ МЕТРОЛОГІЧНОГО КОНТРОЛЮ ЗВТ

Мета – навчитись визначати відношення категорій ЗВТ до сфери законодавчо регульованої метрології та визначати міжповірочні інтервали.

ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

На міжнародному рівні вимоги законодавчої метрології регламентуються Міжнародною організацією законодавчої метрології (OIML). У всіх країнах світу встановлюються обов'язкові вимоги у сфері метрології, які захищають інтереси держави. Закон України «Про метрологію та метрологічну діяльність» встановлює вимоги щодо забезпечення єдності

вимірювань та метрологічної діяльності у законодавчо регульованій сфері. Ця сфера називається «сфера законодавчо регульованої метрології». Сферою законодавчо регульованої метрології є визначені цим Законом види діяльності, щодо яких з метою забезпечення єдності вимірювань та простежуваності здійснюється державне регулювання стосовно вимірювань, одиниць вимірювання та засобів вимірювальної техніки. У статті 3 цього Закону визначені такі види діяльності щодо сфери законодавчо регульованої метрології:

- 1) забезпечення захисту життя та охорони здоров'я громадян;
- 2) контроль якості та безпечності харчових продуктів і лікарських засобів;
- 3) контроль стану навколишнього природного середовища;
- 4) контроль безпеки умов праці;
- 5) контроль безпеки дорожнього руху та технічного стану транспортних засобів;
- 6) топографо-геодезичні, картографічні та гідрометеорологічні роботи, роботи із землеустрою;
- 7) торговельно-комерційні операції та розрахунки між покупцем (споживачем) і продавцем (постачальником, виробником, виконавцем), у тому числі під час надання транспортних, побутових, комунальних, телекомунікаційних послуг, послуг поштового зв'язку, постачання та/або споживання енергетичних і матеріальних ресурсів (електричної і теплової енергії, газу, води, нафтопродуктів тощо);
- 8) обчислення сум податків і зборів, податковий та митний контроль;
- 9) роботи, пов'язані з визначенням параметрів будівель, споруд і території забудови;
- 10) роботи із забезпечення технічного захисту інформації згідно із законодавством;
- 11) роботи з використання апаратури глобальних супутникових навігаційних систем;
- 12) роботи, що виконуються за дорученням органів досудового розслідування, органів прокуратури та судів;
- 13) реєстрація національних і міжнародних спортивних рекордів.

Закон України «Про метрологію та метрологічну діяльність» встановлює вимоги тільки до ЗВТ, які застосовуються у сфері законодавчо регульованої метрології. Такі ЗВТ називаються «законодавчо регульовані». На підприємстві в обов'язковому порядку повинні бути визначені ЗВТ, які відносяться до законодавчо регульованих. Це здійснюється на підставі статті 3 цього Закону. І саме до цих ЗВТ на підприємстві повинно бути забезпечено виконання вимог статті 8 Закону щодо їх застосування, захисту від вільного доступу до їх елементів і функцій (включаючи програмне забезпечення) з метою запобігання несанкціонованому втручанням, випуску з виробництва, ремонту та в продаж і видавання напрокат.

Міжповірочний інтервал визначає інтервал час, на протязі якого похибка ЗВТ не виходить за встановлені границі. Міжповірочні інтервали законодавчо

регульованих ЗВТ за категоріями встановлюються центральним органом виконавчої влади, який забезпечує формування державної політики у сфері метрології та метрологічну діяльність, тобто Міністерством економічного розвитку і торгівлі України (Мінекономіки України).

ЗАВДАННЯ

1. На підставі відомостей Постанови Кабінету Міністрів України від 4 червня 2015 р. № 374 «Перелік категорій законодавчо регульованих засобів вимірювальної техніки, що підлягають періодичній повірці» та наказу Мінекономрозвитку України від 13.10.2016 № 1747, зареєстрованому в Міністерстві юстиції України 01 листопада 2016 р. за № 1417/29547 «Про затвердження міжповірочних інтервалів законодавчо регульованих засобів вимірювальної техніки, що перебувають в експлуатації, за категоріями» визначити відношення категорій ЗВТ до сфери законодавчо регульованої метрології та визначити міжповірочні інтервали.

Результати виконання завдання занести до табл. 1.

Таблиця 1 – Результати виконання завдання

№з/ч	Назва категорії ЗВТ	Назва виду діяльності сфери законодавчо регульованої метрології	Міжповірочний інтервал
1	Амперметр для вимірювання струму під час перевірки електронної схеми		
2.	Вимірювачі артеріального тиску		
3.	Вимірювачі вмісту алкоголю в крові та повітрі, що видихається		
4.	Дефектоскопи		
5.	Динамометри, силосимірювальні датчики		
6.	Електрокардіографи		
7.	Лічильники води		
8.	Люксеметри, яскравоміри, що використовуються під час вимірювання рівня освітленості робочих місць та яскравості моніторів комп'ютерів		
9.	Манометри та інші засоби для вимірювання тиску і вакууму		

10.	Ваги для зважування під час передавання продукції між підрозділами підприємства		
11.	Термометри для контролю параметрів технологічного процесу		
12.	Медичні термометри ртутні		
13.	Таксометри		
14.	Термометри для здійснення контролю харчових продуктів		
15.	Цифрові термометри		
16.	Манометр на шиномонтажі		
17.	Автомобільні ваги на підприємстві		

4. Дати відповідь на контрольні питання.

5. Звіт про виконане лабораторне заняття надати на перевірку у дистанційному курсі <https://dl2022.khadi-kh.com/course/view.php?id=1998>.

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

1. Сфера застосування Закон України «Про метрологію та метрологічну діяльність».
2. Що називають «сферою законодавчо регульованої метрології»?
3. Дайте визначенню терміну «міжповірочному інтервалу»?
4. Ким встановлюється інтервал міжповірочних інтервалів?
5. Опишіть діяльність Міжнародної організації законодавчої метрології (OIML).

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ №3 ВСТАНОВЛЕННЯ МЕТРОЛОГІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЗАСОБІВ ВИМІРЮВАННЯ МАСИ

Мета – ознайомитися з державною повірочною схемою для засобів вимірювання маси.

ЗАВДАННЯ

1. Відобразити у локальній повірочній схемі передавання одиниці вимірювання від національного еталону до обраного робочого засобу вимірювальної техніки.
2. Для обраного робочого засобу вимірювальної техніки для максимального значення вказаної для цих ЗВТ похибки розрахувати: зведену похибку (як нормуюче значення взяти максимальне значення діапазону вимірювання) та відносну похибку для середини вказаного діапазону вимірювання.

3. Дати відповідь на контрольні питання.
4. Звіт про виконане лабораторне заняття надати на перевірку у дистанційному курсі <https://dl2022.khadi-kh.com/course/view.php?id=1998>.

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

1. Дайте визначення поняттю «еталону».
2. Дайте визначення поняттю «національного еталону».
3. Дайте визначення поняттю «робочий засіб виміральної техніки».
4. Дайте визначення поняттю «похибка».
5. Дайте визначення поняттю «діапазон вимірювання».

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ №4 ВСТАНОВЛЕННЯ МЕТРОЛОГІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЗАСОБІВ ВИМІРЮВАННЯ ОБ'ЄМУ

Мета – ознайомитися з державною повірочною схемою для засобів вимірювання об'єму.

ЗАВДАННЯ

1. Відобразити локальній повірочній схемі передавання одиниці вимірювання від національного еталону до обраного робочого засобу виміральної техніки.
2. Для обраного робочого засобу виміральної техніки для максимального значення вказаної для цих ЗВТ похибки розрахувати: зведену похибку (як нормуюче значення взяти максимальне значення діапазону вимірювання) та відносну похибку для середини вказаного діапазону вимірювання.
3. Дати відповідь на контрольні питання.
4. Звіт про виконане лабораторне заняття надати на перевірку у дистанційному курсі <https://dl2022.khadi-kh.com/course/view.php?id=1998>.

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

1. Дайте визначення поняттю «повірочна схема».
2. Дайте визначення поняттю «відносна похибка вимірювань».
3. Дайте визначення поняттю «діапазон вимірювань».
4. Дайте визначення поняттю «зведена похибка».
5. Дайте визначення поняттю «нормуюче значення».

ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ №5 ВСТАНОВЛЕННЯ МЕТРОЛОГІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЗАСОБІВ ВИМІРЮВАННЯ ТЕМПЕРАТУРИ

Мета – ознайомитися з державною повірочною схемою для засобів вимірювання температури.

ЗАВДАННЯ

1. Відобразити локальній повірочній схемі передавання одиниці вимірювання від національного еталону до обраного робочого засобу вимірювальної техніки.

2. Для обраного робочого засобу вимірювальної техніки для максимального значення вказаної для цих ЗВТ похибки розрахувати: зведену похибку (як нормуюче значення взяти максимальне значення діапазону вимірювання) та відносну похибку для середини вказаного діапазону вимірювання.

3. Дати відповідь на контрольні питання.

4. Звіт про виконане лабораторне заняття надати на перевірку у дистанційному курсі <https://dl2022.khadi-kh.com/course/view.php?id=1998>.

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

1. Дайте визначення поняттю «температура».
2. Дайте визначення поняттю «градус Цельсія».
3. Дайте визначення поняттю «термометр».
4. Дайте визначення поняттю «температурна шкала».
5. Дайте визначення поняттю «ціна поділки шкали».

ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ №6 ВСТАНОВЛЕННЯ МЕТРОЛОГІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЗАСОБІВ ВИМІРЮВАННЯ ЧАСУ

Мета – ознайомитися з державною повірочною схемою для засобів вимірювання часу.

ЗАВДАННЯ

1. Відобразити локальній повірочній схемі передавання одиниці вимірювання від національного еталону до обраного робочого засобу вимірювальної техніки.

2. Для обраного робочого засобу вимірювальної техніки для максимального значення вказаної для цих ЗВТ похибки розрахувати: зведену похибку (як нормуюче значення взяти максимальне значення діапазону вимірювання) та відносну похибку для середини вказаного діапазону вимірювання.

3. Дати відповідь на контрольні питання.

4. Звіт про виконане лабораторне заняття надати на перевірку у дистанційному курсі <https://dl2022.khadi-kh.com/course/view.php?id=1998>.

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

1. Дайте визначення поняттю «час».
2. Дайте визначення поняттю «секунда».
3. Дайте визначення поняттю «зведена похибка».
4. Дайте визначення поняттю «секундомір».
5. Дайте визначення поняттю «максимальне значення діапазону вимірювання».

ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ №7 ВСТАНОВЛЕННЯ МЕТРОЛОГІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЗАСОБІВ ВИМІРЮВАННЯ ТИСКУ

Мета – ознайомитися з державною повірочною схемою для засобів вимірювання тиску.

ЗАВДАННЯ

1. Відобразити локальній повірочній схемі передавання одиниці вимірювання від національного еталону до обраного робочого засобу вимірювальної техніки.

2. Для обраного робочого засобу вимірювальної техніки для максимального значення вказаної для цих ЗВТ похибки розрахувати: зведену похибку (як нормуюче значення взяти максимальне значення діапазону вимірювання) та відносну похибку для середини вказаного діапазону вимірювання.

3. Дати відповідь на контрольні питання.

4. Звіт про виконане лабораторне заняття надати на перевірку у дистанційному курсі <https://dl2022.khadi-kh.com/course/view.php?id=1998>.

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

1. Дайте визначення поняттю «тиск».
2. Дайте визначення поняттю «Паскаль».
3. Дайте визначення поняттю «манометр».
4. Дайте визначення поняттю «абсолютний тиск».
5. Дайте визначення поняттю «атмосферний тиск».

ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ №8 ВСТАНОВЛЕННЯ ЗНАЧЕННЯ ПОХИБКИ ЗВТ ТА НЕВИЗНАЧЕНОСТІ ПІД ЧАС ПРОВЕДЕННЯ КАЛІБРУВАННЯ

Мета – ознайомитись з ЕА 4/02 Evaluation of the Uncertainty of Measurement in calibration (Вираження невизначеності вимірювань під час калібрування).

ЗАВДАННЯ

1. Порівняти формули, які застосовуються під час проведення повірки та під час проведення калібрування.
2. Записати формули, які застосовуються під час проведення калібрування взяти з ЕА 4/02 Evaluation of the Uncertainty of Measurement in calibration (Вираження невизначеності вимірювань під час калібрування).
3. Дати відповідь на контрольні питання.
4. Звіт про виконане лабораторне заняття надати на перевірку у дистанційному курсі <https://dl2022.khadi-kh.com/course/view.php?id=1998>.

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

1. Дайте визначення поняттю «калібрування».
2. Дайте визначення поняттю «невизначеність вимірювань».
3. Дайте визначення поняттю «бюджет невизначеності».
4. Дайте визначення поняттю «повірка».
5. Запишіть форми вираження невизначеності.