

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ДНІПРОВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»



Кафедра кіберфізичних та інформаційно-вимірювальних систем

Ю.М. Гальченко, Н.В. Глухова

**ВИРОБНИЧА ПРАКТИКА.
МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ**

для бакалаврів спеціальності

152 Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка

Дніпро
НТУ «ДП»
2021

Рекомендовано до видання навчально-методичним відділом (протокол № 6 від 07.06.2021) за поданням методичної комісії спеціальності 152 Метрологія та інформаційно-вимірвальна техніка (протокол № 3 від 23.04.2021).

Гальченко Ю.М.

Виробнича практика. Методичні рекомендації для бакалаврів спеціальності 152 Метрологія та інформаційно-вимірвальна техніка / Ю.М. Гальченко, Н.В. Глухова ; Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». – Д. : НТУ «ДП», 2021. – 43 с.

Автори:

Ю.М. Гальченко, ас.

Н.В. Глухова, канд. техн. наук, доц.;

Методичні матеріали призначено для підготовки та виконання завдань студентами спеціальності 152 Метрологія та інформаційно-вимірвальна техніка під час проходження виробничої практики.

Методичні матеріали призначено для підготовки студентів до вирішення конкретних задач у галузі метрологічного та нормативного забезпечення підприємства, набуття практичних навичок у галузі метрологічного забезпечення підприємства, розробки метрологічної документації, що забезпечує функціонування системи управління якістю на підприємстві.

Відповідальний за випуск завідувач кафедри кіберфізичних та інформаційно-вимірвальних систем, д-р техн. наук, проф. В.В. Ткачов.

ЗМІСТ

1 МЕТА ТА ЗАДАЧІ ВИРОБНИЧОЇ ПРАКТИКИ	3
2 МІСЦЕ ПРАКТИКИ У СТРУКТУРІ ОПП	5
3 МІСЦЕ ПРОХОДЖЕННЯ ПРАКТИКИ.....	6
3.1 Організаційні вимоги до проходження виробничої практики	6
4 РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ, ЩО ФОРМУЮТЬСЯ В РЕЗУЛЬТАТІ ПРОХОДЖЕННЯ ПРАКТИКИ	8
5 ОБСЯГ, СТРУКТУРА І ЗМІСТ ПРАКТИКИ.....	9
6 ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ ЗВІТУ З ПРАКТИКИ.....	11
Додаток А.....	13
ПРИКЛАД МЕТОДИКИ КАЛІБРУВАННЯ МАГАЗИНУ ОПОРУ Р33	13
Додаток Б	
Приклад титульного аркушу	34
Додаток В	
Приклад завдання на виробничу практику	35
Додаток Г	
Календарний графік проходження практики	37

1 МЕТА ТА ЗАДАЧІ ВИРОБНИЧОЇ ПРАКТИКИ

Мета виробничої практики – ознайомлення студентів з основними видами метрологічної діяльності підприємства, а також отримання професійних навичок у галузі метрологічного забезпечення процесів, продукції чи послуг.

Цілі виробничої практики:

- Формування, закріплення, розвинення практичних навичок, вмінь та компетенцій у процесі виконання певних видів робіт, що пов'язані з майбутньою професійною діяльністю;
- Закріплення та розширення теоретичних знань, отриманих у процесі вивчення дисциплін професійного циклу (базової та варіативної частини);
- Підготовка студентів до вирішення конкретних задач у галузі метрологічного та нормативного забезпечення підприємства;
- Набуття практичних навичок у галузі метрологічного забезпечення підприємства, розробка метрологічної документації, що забезпечує функціонування системи управління якістю на підприємстві;
- Комплексне формування професійних і загальнокультурних компетенцій студентів.

Задачі виробничої практики:

- Вивчення організаційної структури підприємства, видів основних робіт, що виконує підприємство;
- Ознайомлення з діючою системою управління на підприємстві;
- Ознайомлення і робота з метрологічними характеристиками продукції, процесів чи послуг;
- Прийняття участі у конкретному виробничому процесі або дослідженні;
- Опанування методиками вимірювань, калібрувань або повірки, розробка методики відповідно до індивідуального завдання, сформульованого керівником практики;
- Опрацювання результатів експерименту, формулювання та узагальнення отриманих результатів та представлення їх у вигляді звіту;

- Оформлювати результати виконаної роботи відповідно до вимог нормативних документів.

2 МІСЦЕ ПРАКТИКИ У СТРУКТУРІ ОПП

Дисципліна ПЗ «Виробнича практика» відповідає вимогам освітньої програми спеціальності 152 «Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка» і входить до циклу спеціальної підготовки. Вивчається у 12 семестрі.

Виробнича практика є обов'язковою і являє собою вид учбових занять, що безпосередньо орієнтовані на професійно-практичну підготовку студентів.

3 МІСЦЕ ПРОХОДЖЕННЯ ПРАКТИКИ

Виробнича практика проводиться в умовах реального виробництва або науково-дослідних лабораторіях, тобто практика може проводитися як в сторонніх організаціях, так і на кафедрах і в лабораторіях НТУ «ДП», що відповідають вимогам освітньої-професійної програми (ОПП) підготовки студентів за спеціальністю 152 «Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка», які володіють необхідним і достатнім обладнанням і відповідним кадровим та науково-технічним потенціалом.

3.1 Організаційні вимоги до проходження виробничої практики

Методичне керівництво виробничою практикою здійснюється науковим керівником від кафедри. Він надає допомогу в організації проходження практики, проводить консультації, контролює хід проходження практики. Керівник має право при відсутності необхідних матеріалів змінювати індивідуальну програму виробничої практики з урахуванням можливостей кафедр і лабораторій НТУ «ДП», а також сторонніх освітніх установ, в яких планується проводити практику.

Для керівництва практикою на кожному підприємстві призначається керівник з числа кваліфікованих фахівців, які мають вищу освіту. Керівник практики від підприємства затверджується наказом директора/керівника підприємства. Керівник повинен сформулювати індивідуальне завдання для студента на період проходження ним практики. Керівник практики від підприємства повинен надавати студентам допомогу:

- в збиранні необхідних матеріалів;
- контролювати виконання вимог цієї робочої програми;
- контролювати і перевіряти правильність ведення щоденника і написання звіту з проходження виробничої практики;
- розподіляти студентів по підрозділах;
- проводити консультації і при необхідності організовувати консультації кваліфікованих фахівців з окремих розділів програми.

У період проходження практики студенти підпорядковуються правилам внутрішнього розпорядку, що діють на даному підприємстві. У разі порушень на них можуть бути покладені стягнення аж до зняття з практики.

Студенти, які не виконали програму виробничої практики з поважних причин, спрямовуються на практику вдруге, у вільний від навчання час, без поважної причини або отримали негативну оцінку, можуть бути відраховані з навчального закладу як мають академічну заборгованість в порядку, передбаченому статутом НТУ «ДП».

Студенти, які навчаються з використанням дистанційних освітніх технологій отримують інформацію про організацію практики на онлайн-конференції та/або на корпоративну електронну пошту.

4 РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ, ЩО ФОРМУЮТЬСЯ В РЕЗУЛЬТАТІ ПРОХОДЖЕННЯ ПРАКТИКИ

Результати навчання: виконувати роботи з метрологічного забезпечення та технічного контролю, визначати номенклатуру вимірюваних і контрольованих параметрів, встановлювати оптимальні норми точності і достовірності контролю, вибирати засоби вимірювань і контролю, попередньо оцінивши економічну ефективність впровадження нових технологічних процесів.

Студент буде мати наступні знання:

- фізичні основи вимірювань;
- система відтворення одиниць фізичних величин і передачі розміру засобам вимірювань;
- способи оцінки точності (невизначеності) вимірювань і випробувань і достовірності контролю.

Студент буде володіти наступні вміннями:

- аналізувати фізичний зміст процесу вимірювань з метою вибору раціональної схеми їх проведення; встановлювати норми точності вимірювань та достовірності контролю і вибирати засоби вимірювань, випробувань і контролю;
- застосовувати контрольовано-вимірювальну і випробувальну техніку для контролю якості продукції технологічних процесів; проводити повірку, калібрування, ремонт та юстирування засобів вимірювання;
- визначати номенклатуру вимірюваних і контрольованих параметрів продукції і технологічних процесів.

Студент буде володіти наступними навичками:

- навичками обробки експериментальних даних і оцінки точності (невизначеності) вимірювань, випробувань і достовірності контролю;
- навичками роботи на контрольовано-вимірювальному і випробувальному обладнанні;
- навичками організації процедури вимірювання, калібрування, випробування при роботі в групі або окремо;
- навичками оформлення результатів випробувань або калібрувань;
- навичками розроблення і оформлення нормативно-технічної документації.

5 ОБСЯГ, СТРУКТУРА І ЗМІСТ ПРАКТИКИ

Адміністрація НТУ «ДП» своєчасно розподіляє студентів по місцях практики відповідно до укладених з підприємствами договорів, за 3 -4 тижні до початку практики видаються накази. У наказі для кожного студента обмовляється термін, місце практики і керівник від кафедри.

Відправці студентів на практику передуює проведення зборів на кафедрі з загальним інструктажем, в тому числі і по техніці безпеки, роз'яснюються права та обов'язки студентів під час проходження практики, проводиться додаткова співбесіда керівників зі студентами.

Структура практики складається з наступних етапів:

1. Проведення зборів студентів; видача індивідуальних завдань. Оформлення перепусток на підприємство (при необхідності). Проходження інструктажу з техніки безпеки.
2. Знайомство з організаційною структурою та системою управління на підприємстві.
3. Знайомство з організацією і веденням виробничих і технологічних процесів.
4. Знайомство з організацією і веденням процесів забезпечення простежуваності вимірювань.
5. Придбання навичок професійної діяльності.
6. Виконання індивідуального завдання.
7. Написання звіту з практики.
8. Захист звіту.

Зміст практики

Під час проходження практики студент зобов'язаний:

- ознайомитись з історією створення та розвитку підприємства, його організаційною структурою;
- вивчити організацію виробничих і технологічних процесів підприємства;
- вивчити роботу метрологічного відділу;

- виконати роботи по придбанню практичних навичок: пошук, аналіз і узагальнення інформації в галузі метрологічного забезпечення;
- зібрати матеріал по темі індивідуального завдання для підготовки звіту з практики;
- оформити та захистити звіт з практики.

Основною частиною індивідуального завдання може бути:

- організація робіт з підготовки та проведення повірки/калібрування певного засобу вимірювальної техніки і опрацювання отриманих результатів, оформлення свідоцтв;
- розробка методики калібрування певного засобу вимірювальної техніки (додаток А);
- організація робіт з підготовки та проведення випробувань і опрацювання отриманих результатів, оформлення протоколу випробувань;
- розробка/удосконалення існуючої методики випробувань;
- розробка процедури, що забезпечує функціонування випробувальної чи калібрувальної лабораторії відповідно до певної вимоги ДСТУ 17025 та ін.

6 ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ ЗВІТУ З ПРАКТИКИ

Звіт по практиці є основним документом студента, що відображає виконану ним роботу під час практики, отримані ним організаційні і технічні навички і знання. Матеріали звіту студент в подальшому може і повинен використовувати в своїй науково-дослідній роботі.

Звіт по виробничій практиці повинен містити матеріали, що повністю висвітлюють всі розділи робочої програми практики. Крім описової частини, в звіт поміщаються таблиці, схеми, креслення (ескізи), фотографії тощо.

Нормативний обсяг роботи - 18-20 сторінок стандартного комп'ютерного тексту в редакторі Microsoft Word, міжрядковий інтервал - полуторний, шрифт Times New Roman, розмір 14 пунктів, нормальної жирності, абзацний відступ 1 см.

Розміри полів: ліве - 20 мм, праве - 10 мм, верхнє - 20 мм, нижнє - 20 мм.

Робота повинна бути зшита (переплетена).

Всі сторінки нумеруються від титульного аркуша, який вважається першою сторінкою, але цифра «1» на першій сторінці не проставляється. Нумерація сторінок в правому нижньому кутку.

При розрахунку рекомендованих обсягів виключені великі таблиці (розміром А4 і більше), громіздкі рисунки, список використаних джерел, додатки. Великі таблиці, креслення, графіки, громіздкі рисунки та інші ілюстративні, супровідні матеріали та ін. повинні бути винесені в додатки, з відповідним посиланням на них в тексті звіту.

Звіт повинен включати в зазначеній нижче послідовності:

- титульну сторінку (Додаток Б);
- завдання (Додаток В);
- щоденник практики, в якому позначаються по днях всі види виконуваних робіт в ході виробничої практики (Додаток Г);
- зміст;
- вступ;
- основну частину;

- висновок;
- список використаних джерел;
- додатки (в разі необхідності).

ПРИКЛАД МЕТОДИКИ КАЛІБРУВАННЯ МАГАЗИНУ ОПОРУ Р33

**Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет «Дніпровська політехніка»**

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідуючий лабораторією
«Метрологія та вимірювання»
_____ О.О. Петров

«__» _____ 202__р.

МАГАЗИН ОПОРУ ПОСТІЙНОГО СТРУМУ

Р 3 3

МЕТОДИКА КАЛІБРУВАННЯ

МК 01/06 – 2021

Розроблено:

Інженером з метрології І-ї категорії

Івановою Р.І. _____

Погоджено:

Провідним інженером з метрології

Сідоровою Д.Е.. _____

Дніпро 2021

ЗМІСТ

А.1 МЕТА ТА СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ.....	15
А.2 НОРМАТИВНА ДОКУМЕНТАЦІЯ, ТЕРМІНИ, ВИЗНАЧЕННЯ ТА СКОРОЧЕННЯ.....	15
А.2.1 Нормативна документація.....	15
А.2.2 Терміни та визначення.....	16
А.2.3 Скорочення.....	18
А.3 ВИМОГИ ДО КВАЛІФІКАЦІЇ ПЕРСОНАЛУ.....	19
А.4 ОПЕРАЦІЇ ТА ЗАСОБИ КАЛІБРУВАННЯ.....	19
А.4.1 Операції калібрування.....	19
А.4.2 Засоби калібрування.....	20
А.5 ВИМОГИ ЩОДО БЕЗПЕКИ.....	21
А.6 УМОВИ КАЛІБРУВАННЯ.....	22
А.7 ПІДГОТОВКА ДО КАЛІБРУВАННЯ.....	23
А.8 ПРОВЕДЕННЯ КАЛІБРУВАННЯ.....	23
А.8.1 Зовнішній огляд.....	23
А.8.2 Визначення опору ізоляції.....	23
А.8.3 Опробування.....	24
А.8.4 Проведення вимірювань та визначення метрологічних характеристик	24
А.9 ОБРОБКА РЕЗУЛЬТАТІВ ВИМІРЮВАНЬ І ОЦІНКА НЕВИЗНАЧЕНОСТІ ВИМІРЮВАНЬ.....	26
А.10 ОФОРМЛЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ КАЛІБРУВАННЯ.....	33

А.1 МЕТА ТА СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ

Дана методика калібрування (далі – МК) поширюється на багатозначні міри електричного опору (далі – БМЕО, магазини опору), що застосовуються в колах постійного струму в діапазоні вимірювань від 10^{-2} до 10^6 Ом та встановлює методи і засоби їх калібрування.

МК передбачає проведення калібрування БМЕО методом прямих вимірювань з допомогою цифрового омметра;

Калібрування БМЕО, що застосовуються в колах постійного струму, проводиться з урахуванням вимог до метрологічних характеристик, зазначених в МИ 1695-87. Визначення дійсних значень опору БМЕО проводиться одним з двох способів: метод поелементного калібрування або метод комплексного калібрування.

Метод поелементного калібрування полягає в роздільному визначенні опорів всіх ступенів декад БМЕО.

Методом комплексного калібрування визначають дійсні сумарні значення опорів відповідних декад при всіх нульових (або найменших) показаннях інших декад.

Рекомендований міжкалібрувальний інтервал – 12 місяців.

А.2 НОРМАТИВНА ДОКУМЕНТАЦІЯ, ТЕРМІНИ, ВИЗНАЧЕННЯ ТА СКОРОЧЕННЯ

2.1 Нормативна документація

У даній МК використані посилання на наступні нормативні документи:

Закон України «Про метрологію та метрологічну діяльність» від 05.06.2014 № 1314-VII.

ДСТУ ISO/IEC 17025 Загальні вимоги до компетентності випробувальних та калібрувальних лабораторій.

ДСТУ ІЕС 60050-300-312:2006 Електротехнічний словник термінів. Електричні та електронні вимірюваної засоби вимірювальної техніки. Частина 312. Загальні терміни щодо електричного вимірювання (ІЕС 60050-312:2001,ІДТ) ЕА- 4/02 М:2013Вираз невизначеності вимірювання при калібруванні.

ДСТУ-Н РМГ 43:2006 Застосування «Руководства по выражению неопределенности».

ДСТУ 2681-94 Метрологія. Терміни та визначення

ДСТУ 3712-98 Метрологія. Державна повірочна схема для засобів вимірювань електричного опору.

ДСТУ ГОСТ 23737:2009Меры электрического сопротивления. Общие технические условия.

ГОСТ 22261-94 Средства измерений электрических и магнитных величин. Общие технические условия;

МИ 1695-87 Методические указания. Государственная система обеспечения единства измерений. Меры электрического сопротивления многозначные, применяемые в цепях постоянного тока. Методика поверки.

А.2.2 Терміни та визначення

У даній МК використані наступні терміни та визначення:

Виміряне значення величини – значення величини, яке представляє результат вимірювання.

Метод вимірювань–загальний опис логічної послідовності операцій при вимірюванні.

Результат вимірювання–набір значень величини, приписаних вимірюваній величині разом з будь-якою іншою доступною та існуючою інформацією.

Калібрування– сукупність операцій, за допомогою яких за заданих умов на першому етапі встановлюється співвідношення між значеннями величини, що забезпечуються еталонами з притаманними їм невизначеностями вимірювань, та відповідними показами з пов'язаними з ними невизначеностями вимірювань, а на

другому етапі ця інформація використовується для встановлення співвідношення для отримання результату вимірювання з показу.

Модель вимірювання – математичний зв'язок між всіма величинами, про які відомо, що вони беруть участь у вимірюванні.

Функція вимірювань – функція величин, значення якої, визначено з використанням відомих значень вхідних величин у моделі вимірювання, являється вимірним значенням вихідної величини в цій моделі вимірювань.

Вхідна величина в моделі вимірювань – величина, яка повинна бути виміряна, чи величина, значення якої можливо отримати іншим способом, для обчислення вимірюваного значення вимірюваної величини.

Вихідна величина в моделі вимірювань – величина, вимірне значення якої визначають, використовуючи значення вхідних величин в моделі вимірювання.

Поправка – компенсація оціненого систематичного ефекту.

Роздільна здатність показуючого пристрою – найменша різниця між показами, що відображаються, яка може бути достатньо помітною.

Еталон – реалізація визначення даної величини з установленим значенням величини і пов'язаною з нею невизначеністю вимірювань, що використовується в якості основи для порівняння

Невизначеність (вимірювань) - параметр, який пов'язаний з результатом вимірювання і характеризує розсіювання значень, які могли б бути обґрунтовано приписані вимірюваній величині.

Оцінювання невизначеності за типом А – оцінювання складової невизначеності вимірювань шляхом статистичного аналізу вимірних значень величини, що отримують при визначених умовах вимірювання.

Оцінювання невизначеності за типом В – оцінювання складової невизначеності вимірювань способами, що відрізняються від оцінювання невизначеності вимірювань за типом А

Розширена невизначеність (U)– величина, яка визначає інтервал біля результату вимірювання, в границях якого, як можна очікувати, знаходиться

найбільша частина розподілу значень, які з достатнім обґрунтуванням могли би бути приписані вимірюваній величині.

Стандартна невизначеність (u) - невизначеність результату вимірювання, виражена у вигляді середньо квадратичного відхилення (СКВ).

Сумарна стандартна невизначеність (u_c) - стандартна невизначеність результату вимірювання, отриманого через значення інших величин, яка дорівнює позитивному квадратному кореню суми членів, при тому члени є дисперсіями або коваріаціями цих інших величин, які зважені відповідно з тим, як результат вимірювань змінюється при зміні цих величин.

Бюджет невизначеності – звіт про невизначеності вимірювань, складових невизначеності, їх обчислення та сумування.

А.2.3 Скорочення

У даній МКвикористані наступні скорочення :

МК – методика калібрування;

БМЕО – багатозначна міра електричного опору;

ЗВТ – засіб вимірювальної техніки;

ДО – допоміжне обладнання;

СУЯ – система управління якістю;

НТД – нормативно-технічна документація.

А.3 ВИМОГИ ДО КВАЛІФІКАЦІЇ ПЕРСОНАЛУ

Персонал, відповідальний за виконання робіт з калібрування, повинен мати достатню компетенцію та кваліфікацію, професійний і освітній рівень у сфері електричних вимірювань, досвід роботи з вимірювальним та допоміжним обладнанням згідно експлантаційної документації.

А.3.1 Персонал, відповідальний за виконання робіт з калібрування, повинен знати:

- закони, національні стандарти та інші нормативно-правові акти у сфері метрології та метрологічної діяльності;
- основи метрології, основні принципи та методи проведення вимірювань і одержання їх результатів у галузі електричних вимірювань;
- принцип дії та конструкцію еталонів, які використовуються під час калібрування, та ЗВТ, які підлягають калібруванню;

А.3.2 Персонал, відповідальний за виконання робіт з калібрування, повинен уміти:

- виконувати роботи, необхідні для забезпечення нормального функціонування еталонів, ЗВТ та допоміжного обладнання (далі – ДО), що застосовується під час калібрування;
- виконувати операції калібрування згідно з даною МК;
- проводити оцінку достатності співвідношення між розширеною невизначеністю еталонів, що застосовуються під час калібрування, та ЗВТ, що калібруються ;
- правильно оформлювати результати калібрування.

А.4 ОПЕРАЦІЇ ТА ЗАСОБИ КАЛІБРУВАННЯ

А.4.1 Операції калібрування

При проведенні калібрування повинні бути виконані операції, зазначені в таблиці А.1.

Таблиця А.1

№ з/п	Найменування операції калібрування	Пункт даної методики
1	Підготовка до калібрування	7
2	Зовнішній огляд	8.1
3	Визначення опору ізоляції	8.2
4	Опробування	8.3
5	Проведення вимірювання та визначення метрологічних характеристик	8.4
6	Обробка результатів вимірювань і оцінка невизначеності вимірювань	9
7	Оформлення результатів калібрування	10

А.4.2 Засоби калібрування

В таблиці А.2 представлено еталон та його метрологічні характеристики (діапазони вимірювань та невизначеностей вимірювань, які вносяться еталоном у відповідності із сертифікатами калібрувань)

Таблиця А.2

Найменування та тип еталону	Вимірювана величина	Діапазон вимірювання	Невизначеність вимірювання, коефіцієнт охоплення k , рівень довіри $P_{дов}$
Омметр Ц306-1 цифровий	Опір постійному струму	$(10^{-4} - 10^9)$ Ом	Із сертифікату калібрування

Примітка: Допускається застосування іншого еталону, який задовольняє вимогам до метрологічних характеристик даної методики.

ДО та ЗВТ, що застосовуються в процесі калібрування та представлені в таблиці А.3, повинні мати діючі свідоцтва про повірку чи калібрування.

Таблиця А.3

Найменування ЗВТ	Тип засобів вимірювання	Діапазон вимірювань	Межі допустимої основної похибки
Мегаометр	ЭСО 210-3Г	від 0 до 105 МОм, до 2500 В	ЗгідноГО
Гігрометр психрометричний	ВИТ-2	$t_{\text{серед}} = (15 \dots 40)$ мм $f_{\text{серед}} = (20 \dots 90)$ мм	$\pm 0,5^{\circ}$ С
Барометр-анероїд	БАММ-1	$P_{\text{ат}} = (80 \dots 106)$ кПа	$\pm 5 \%$

Примітка: Допускається застосування інших ЗВТ та ДО, які задовольняють вимогам до метрологічних характеристик даної методики.

А.5 ВИМОГИ ЩОДО БЕЗПЕКИ

При проведенні калібрування керуються вимогам , що містяться в:

НПАОП 40.1 – 1.21-98 Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів;

Правилах технічної експлуатації електроустановок споживачів;

ДСТУ EN 61010-1:2014 Вимоги щодо безпечності контрольно-вимірювального та лабораторного електричного устаткування. Частина 1 Загальні вимоги (EN 61010-1:2010 , IDT);

ДСТУ EN 61010-2-030:2014 Вимоги щодо безпечності електричного устаткування для вимірювання, керування та лабораторного застосування. Частина 2-030. Додаткові вимоги до випробувальних та вимірювальних кіл (EN 61010-2-030:2010 , IDT);

ГОСТ 22261-94 Средства измерений электрических и магнитных величин.
Общие технические условия.

А.6 УМОВИ КАЛІБРУВАННЯ

А.6.1 При проведенні калібрування необхідно дотримуватись умов, які представлені в таблиці А.4.

Таблиця А.4

Параметр	Нормальне значення (нормальна область значень)	Допустиме відхилення від нормального значення при калібруванні*
1	2	3
Температура навколишнього повітря, °С	20	± 10 °С
Відносна вологість навколишнього повітря, %	25-80	-
Атмосферний тиск , кПа	84 - 106,7	-
Напруга живлення мережі, В	220	±4,4 В

А.6.2 Вимоги щодо умов акліматизації та проведення калібрування зазначаються у відповідних розділах нормативно-експлуатаційної документації на засоби калібрування та ЗВТ, що калібрується.

А.6.3 Сила струму, що проходить через еталон та прилад, що калібрується, має бути такою, щоб потужність, що розсіюється на них, не перевищували встановлених для них номінальних значень.

А.6.4 Вимірювальна мережа повинна бути захищена від прямого теплового випромінювання і потоку нагрітого або холодного повітря.

A.7 ПІДГОТОВКА ДО КАЛІБРУВАННЯ

A.7.1 Ознайомитися з нормативно-технічною документацією на прилади, детально вивчити заявку на калібрування.

A.7.2 Підготувати прилади до роботи у відповідності з їх настановами з експлуатації. Їх акліматизація повинна проходити в тому приміщенні, де буде виконуватись калібрування і при тих умовах, що необхідні для калібрування протягом часу, що вказаний в НТД на ЗВТ, що калібрується, або 12 годин, якщо такі вказівки відсутні.

A.7.3 Після закінчення прогріву, якщо це передбачено інструкцією з експлуатації, необхідно провести тестування еталону, а також авто- чи само-калібрування в тому об'ємі, що вказаний в НТД на даний прилад. Після позитивних результатів тестування прилад можна застосовувати для вимірювань.

A.8 ПРОВЕДЕННЯ КАЛІБРУВАННЯ

A.8.1 Зовнішній огляд

БМЕО не повинна мати жодної з перерахованих нижче несправностей:

- незадовільне кріплення електричних з'єднувачів для підключення зовнішніх ланцюгів до БМЕО;
- грубі механічні пошкодження зовнішніх частин, відсутність перемикачів;
- неясність маркування;
- наявність всередині корпусу БМЕО сторонніх предметів або від'єднаних деталей.

A.8.2 Визначення опору ізоляції

Опір ізоляції визначають згідно ГОСТ 22261 – 94 на постійному струмі при напрузі не вище випробувальної та не менше номінальної робочої. Відлік проводять після припинення переміщення покажчика приладу, яким проводять вимірювання опору ізоляції. Ланцюги, що підлягають перевірці, мають бути встановлені в технічних умовах на БМЕО конкретного типу.

Опір ізоляції має відповідати вимогам п. 2.15 ДСТУ ГОСТ 23737:2009.

А.8.3 Опробування

При опробуванні перевіряють справність перемикачів та інших комутуючих пристроїв. БМЕО не повинні мати жодної з перерахованих нижче несправностей:

- недостатньо чітка фіксація положень перемикачів;
- неможливість установки перемикачів хоча б в одне з передбачених конструкцією положень;
- несправність комутуючих пристроїв;
- провертання кріплень перемикачів.

А.8.4 Проведення вимірювань та визначення метрологічних характеристик

Визначення дійсних значень опорів БМЕО проводиться одним з двох методів: методом поелементного калібрування або методом комплектного калібрування.

Способом поелементного калібрування можуть перевірятися БМЕО, конструкція яких дозволяє здійснити підключення кожної із ступенів до вимірювального ланцюга.

Підключення ступенів з опором 1000 Ом і менше має здійснюватися за чотирьохзатискною схемою, що дозволяє виключити вплив опору сполучних проводів.

При калібруванні комплектним методом з результату вимірювання слід відняти середнє значення початкового опору, якщо воно нормовано для даної БМЕО і становить понад 0,2 межі абсолютної похибки показання, що перевіряється.

Середнє значення початкового опору і варіації початкового опору визначають тільки у БМЕО з опором однієї ступені старшої декади $1 \cdot 10^4$ Ом і менше.

А.8.4.1. Початковий опір БМЕО вимірюють в наступній послідовності:

- встановлюють на всіх декадах БМЕО, що калібрується, нульові значення;
- роблять вимір початкового опору;

- кілька разів прокручують важелі всіх декадних перемикачів, знову встановлюють їх в нульові (найменші) положення і повторюють вимірювання; таким чином роблять чотири виміри.

Середнє значення початкового опору R_n розраховують за формулою:

$$\bar{R}_n = \frac{1}{4} \sum_{i=1}^4 R_{ni},$$

де R_{ni} - вимірне значення початкового опору, Ом;

i - номер вимірювання.

А.8.4.2. Значення варіації початкового опору ΔR_n розраховують за формулою:

$$\Delta R_n = R_{n_{\max}} - R_{n_{\min}},$$

де $R_{n_{\max}}$ та $R_{n_{\min}}$ - відповідно максимальні і мінімальні вимірні значення початкового опору, Ом.

Отримані значення R_n и ΔR_n не повинні перевищувати значень, зазначених у розділі 2 ДСТУ ГОСТ 23737:2009.

А.8.4.3. Визначення дійсних значень опорів БМЕО.

БМЕО, що калібрують, підключають до обраного еталону згідно вказівок, наведеним у НТД на цей еталон. Опір з'єднувальних дротів має бути менше 0,1 похибки вимірювання або враховуватися при вимірах. На БМЕО встановлюють калібрувальне значення опору, на еталоні - необхідний діапазон вимірювань і проводять вимірювання.

Під час калібрування слід проводити по десять спостережень на кожній з трьох точок, досить рівномірно розподілених у діапазоні відтворення кожної декади БМЕО, включаючи найменше та найбільше значення.

Допускається калібрування в обмеженому діапазоні або конкретних точках діапазону відтворення відповідно до заявки замовника.

А.9 ОБРОБКА РЕЗУЛЬТАТІВ ВИМІРЮВАНЬ І ОЦІНКА НЕВИЗНАЧЕНОСТІ ВИМІРЮВАНЬ

А.9.1 Математична модель вимірювання каліброваної величини R_x представляє собою наступне значення (А.1):

$$R_x = \bar{r}_E + \Delta r_{BE} + \Delta r_{ВДДЛ} + \Delta r_{ЕТ}, \quad (\text{А.1})$$

де \bar{r}_E – виміряна величина еталоном, середнє значення;

Δr_{BE} – сумарна поправка, яка враховує вплив на еталон:

- поправка, зумовлена впливом температури, вологості навколишнього повітря і тиску. При проведенні калібрування в приміщенні лабораторії підтримуються необхідні умови, а значення даних фізичних величин контролюється за допомогою приладів, вказаних у таблиці А.3. Умови навколишнього повітря виконуються, тому вплив даної складової дорівнює нулю.

- поправка, яка враховує вплив вибраного методу калібрування. в даному випадку використовуються методи калібрування, рекомендовані виробниками і гарантуючі отримання результатів калібрування у відповідності з заявленими значеннями. Тому вплив даної складової дорівнює нулю;

- поправка, яка враховує вплив вимірювальних провідників при вимірюваннях. Для калібрування використовуються вимірювальні кабелі із комплекту еталонів, вплив яких враховується в специфікації на еталон, оскільки дані кабелі калібруються разом з еталоном. Таким чином, вплив цієї складової дорівнює нулю.

$\Delta r_{ВДДЛ}$ – поправка, яка враховує відхилення через роздільну здатність еталону, яка обчислюється за наступним виразом (А.2):

$$\Delta r_{\text{вдл}} = \frac{q}{2}, \quad (\text{A.2})$$

де q – найменше значення, яке можна відрахувати на дисплеї еталону, одиниця молодшого розряду (дискретність);

Δr_{ET} – поправка, яка враховує вплив, що вноситься еталонном при вимірюваннях.

А.9.2 Використовуючи, отриманні дані при вимірюваннях, для кожної каліброваної точки розраховують середнє арифметичне значення за формулою:

$$\bar{r}_E = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n r_{Ei}, \quad (\text{A.3})$$

де r_{Ei} – результат i -го вимірювання в каліброваній точці;

\bar{r}_E – середнє арифметичне для кожної точки;

n – число вимірювань для кожної каліброваної точки.

А.9.3 Для обчислення невизначеності вимірювання визначають стандартну невизначеність, яка враховує розкид виміряних показів. Для цього розраховують експериментальне середньо-квадратичне відхилення (СКВ) $S(\bar{r}_E)$ згідно формули (А.4):

$$S(\bar{r}_E) = \sqrt{\frac{1}{n-1} \left[\sum_{i=1}^n (r_{Ei} - \bar{r}_E)^2 \right]}, \quad (\text{A.4})$$

Дисперсія СКВ розраховується за виразом (А.5):

$$s(\bar{r}_E)^2 = \frac{S(\bar{r}_E)^2}{n}, \quad (\text{A.5})$$

Слідуючи із вищенаведеного, розраховують стандартну невизначеність вимірювання від розкиду виміряних значень за виразом (А.6):

$$u(\bar{r}_E) = s(\bar{r}_E) = \frac{S(\bar{r}_E)}{\sqrt{n}}, \quad (\text{A.6})$$

А.9.4 Для точного представлення розширеної невизначеності вимірювання розглянемо модель вимірювання в загальному вигляді (Рисунок А.2)

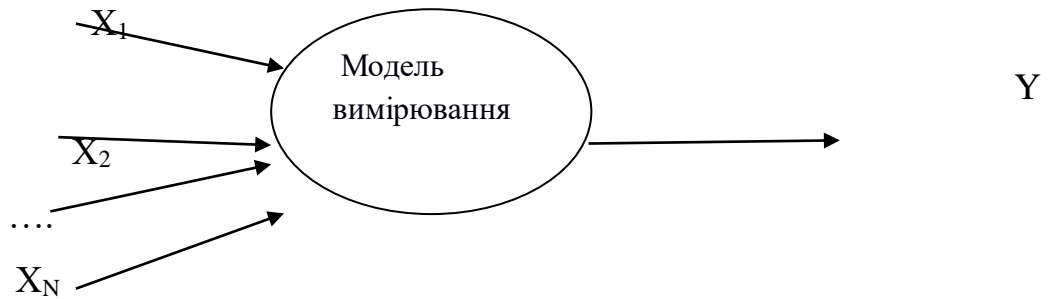


Рисунок А.2 Модель вимірювального процесу

У відповідності з моделлю вимірювання вихідна величина Y – деяка функція від вхідної величини X :

$$Y = f(X_1, X_2 \dots X_N), \quad (\text{A.7})$$

де N – кількість вхідних величин.

Тоді результат вимірювання представляє собою наступну функцію (А.8):

$$y = f(x_1, x_2 \dots x_N), \quad (\text{A.8})$$

де y – оцінка вихідної величини, а x_i – оцінки вхідних величин відповідно.

Внесок невизначеності кожної вхідної величини $u(x_i)$ у невизначеність вимірюваної величини $u_i(y)$ (сумарну стандартну невизначеність) визначають за формулою (А.9):

$$u_i(y) = c_i \cdot u(x_i), \quad (\text{A.9})$$

де $u_i^2(y)$ ($i=1, 2, \dots, N$) – це складова стандартної невизначеності вихідної величини y , що отримується по стандартній невизначеності вхідного сигналу x_i ;

$c_i = \frac{\partial f}{\partial x_i}$ – коефіцієнти чутливості, пов'язані з вхідною величиною, як часткові похідні, які показують, як пов'язанні між собою вхідні величини, яким чином вони між собою корелюють.

Тоді, розширена невизначеність вимірювання в загальному виді буде мати вигляд (А.10):

$$U = k \cdot u(y) = k \cdot \sqrt{c_1^2 u^2(x_1) + c_2^2 u^2(x_2) + \dots + c_i^2 u^2(x_i)} \quad (\text{A.10})$$

де k – коефіцієнт охопту при визначеній імовірності.

Коефіцієнт охоплення k обчислюється в залежності від того, який із внесків невизначеності типу А чи типу В є суттєвим:

- при наявності внесків невизначеності типу А, рекомендовано брати у якості коефіцієнту охоплення коефіцієнт Стьюдента для ймовірності 0,95 та ефективного числа свободи v_{eff} :

$$k = t_{0.95}(v_{eff}).$$

В межі, при $v_{eff} \rightarrow \infty$, $k = 2$ (коефіцієнт для нормального закону розподілу для ймовірності 0,95).

Ефективне число ступенів свободи визначається за формулою Велча-Саттерсвейта:

$$v_{eff} = \frac{u^4(y)}{\sum_{i=1}^m \frac{u_i^4(y)}{v_i}}$$

де v_i – число ступенів свободи i -ї вхідної величини.

- при відсутності внесків невизначеності типу А формула Велча-Саттерсвейта дає нескінченність, тому коефіцієнт охоплення формально повинен дорівнювати коефіцієнту Стьюдента від нескінченності для ймовірності 0,95, тобто $k = t_{0.95}(\infty) = 2,0$. Однак таке значення коефіцієнта охоплення відповідає випадку, коли значенням вимірюваної величини Y приписують нормальний закон розподілу, який має місце тоді, коли всі внески невизначеності типу В розподілені по нормальному закону, або коли мається більше 4 рівнозначних вкладів, розподілених за бідь-яким іншим законом.
- при відсутності внесків невизначеності типу А та наявності домінуючих (які відрізняються не менш ніж у 3 рази від решти), розподілені за рівномірним законом, закон розподілу вихідної величини вже неможна вважати нормальним. У цьому випадку коефіцієнт охоплення береться з таблиці 3.

Таблиця А.3

u_{B2}/u_{B1}	0-0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9-1.0
k	1.65	1.70	1.75	1.80	1.83	1.86	1.88	1.89	1.90

* u_{B1} та u_{B2} – відповідно значення найбільшого та другого за величиною внесків невизначеності типу В.

А.9.5 Враховуючи вплив всіх складових у відповідності з математичною моделлю п. А.9.1 (А.1) для проведених в даному випадків вимірювань, розширена невизначеність вимірювання розраховується за формулою (А.11):

$$U(r) = k \cdot \sqrt{c_1^2 u^2(\bar{r}_E) + c_2^2 u^2(\Delta r_{BE}) + c_3^2 u^2(\Delta r_{ВДЛ}) + c_4^2 u^2(\Delta r_{ЕТ})}, \quad (\text{А.11})$$

де c_1, c_2, c_3, c_4 – коефіцієнти чутливості, які враховують взаємний вплив вхідної величини у відповідності з моделлю калібрування і представляють собою часткові похідні. У випадку прямих вимірювань вхідні величини незалежні один від одного, тому $c_1, c_2, c_3, c_4 = 1$, оскільки часткова похідна від вхідної величини дорівнює:

$$c_1 = c_2 = c_3 = c_4 = \frac{\partial f}{\partial x_i} = \frac{\partial f}{\partial X_i} = \frac{\partial U}{\partial u} = \partial U(u) = (U)' = 1, \quad (\text{А.12})$$

Складові невизначеності, що представлені у виразі (А.11), спосіб їх визначення розглянуто в таблиці А.5.

Таблиця А.5

Позначення	Опис	Тип невизначеності	Спосіб визначення
1	2	3	4
$u(\bar{r}_E)$	Стандартна невизначеність вимірювання через розкид показів	А	Згідно виразів (А.4)- (А.6)
$u(\Delta r_{BE})$	Стандартна невизначеність, що виникає від сумарного впливу на еталон впливаючих величин, пов'язаних з умовами експлуатації при виконанні вимірювання	В	При умові підтримання всіх параметрів навколишнього повітря, виконання всіх режимів акліматизації, транспортування, калібрування, прогріву та
			успішного проведення попереднього тестування, виконання усіх вимог виробника, вважаємо, що $u(\Delta r_{BE}) = 0$
$u(\Delta r_{ВДЛ})$	Стандартна невизначеність вимірювання, зумовлена від відліку показів еталону	В	$u(\Delta r_{ВДЛ}) = \frac{q}{2 \cdot \sqrt{3}} \quad (\text{А.13})$
$u(\Delta r_{ЕТ})$	Стандартна невизначеність вимірювання, що вноситься еталоном	А	$u(\Delta r_{ЕТ}) = \frac{U(r_{ЕТ})}{2}, \quad (\text{А.14})$ де $U(r_{ЕТ})$ розширена невизначеність вимірювання із сертифікату калібрування еталону.

Бюджет невизначеності (результат вимірювання і всі складові невизначеності вимірювання) представлено в таблиці А.6.

Таблиця А.6

Вхідна величина X_i	Оцінка вхідної величини x_i	Стандартна невизначеність $u(x_i)$	Число ступенів свободи	Коефіцієнт чутливості	Внесок невизначеності
\bar{r}_E	Значення	Значення (А.6)		1	Значення $u(\bar{r}_E)$
Δr_{BE}	0	Значення	∞	1	Значення $u(\Delta r_{BE})$
$\Delta r_{ВДП}$	0	Значення (А.13)	∞	1	Значення $u(\Delta r_{ВДП})$
$\Delta r_{ЕТ}$	0	Значення (А.14)	∞	1	Значення $u(\Delta r_{ЕТ})$
Вимірювана величина	Виміряне значення	Сумарна стандартна невизначеність	Ефективне число ступенів свободи	Коефіцієнт охоплення	Розширена невизначеність
R_X	Значення (А.1)	$u(r) =$	$v_{eff} =$	$k =$	Значення $U(r)$ (А.11)

Остаточний результат вимірювання представляється у вигляді :

$$R_X = r \pm U(r) \text{ при } P=95\% \quad k = \quad (\text{А.15})$$

А.10 ОФОРМЛЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ КАЛІБРУВАННЯ

А.10.1 Обробка результатів вимірювань та оцінка невизначеності вимірювань виконується з допомогою персонального комп'ютера і оформляється протоколом, який повинен містити всі дані процесу калібрування відповідно до вимог ДСТУ ISO/IEC 17025.

А.10.2 За даними протоколу калібрування оформляють свідоцтво про калібрування відповідно до вимог ДСТУ ISO/IEC 17025.

При негативних результатах калібрування (під час невідповідності отриманих результатів калібрування заявленим власником вимогам) оформлюють протокол або витяг з протоколу, в якому вказують причини невідповідності.

Додаток Б

Приклад титульного аркушу

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний технічний університет
ДНІПРОВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА



НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКИ
ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
Кафедра кіберфізичних та інформаційно-вимірювальних систем

ЗВІТ
З ВИРОБНИЧОЇ ПРАКТИКИ

Студент групи: _____
(шифр групи)

(ПІБ, дата, підпис)

Керівник:

(ПІБ, дата, підпис)

Дніпро 202__

ЗАВДАННЯ НА ВИРОБНИЧУ ПРАКТИКУ

для студентів спеціальності 152 «Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка»

ПІБ
студента _____

Факультет, _____ курс,
група _____

Термін проходження практики: з «_____» _____ 202_ по «_____»
_____ 202_

В період виробничої практики на підприємстві студенти повинні вивчити наступні питання:

1. Відомості про підприємство: його історія, адміністративне положення, структура підприємства, взаємодія його окремих частин, профіль діяльності.
2. Робота відділів технічного контролю, головного метролога. Права і обов'язки інженера з метрології.
3. Ознайомлення з системою управління якістю на підприємстві.
4. Метрологічне забезпечення підприємства і питання його вдосконалення.
5. Роботи з розробки нових і перегляду діючих стандартів, правил, норм та інших документів зі стандартизації, сертифікації, метрологічного забезпечення і управління якістю.
6. Аналіз використовуваних локальних перевірочних схем за видами і засобів вимірювань, а при їх відсутності розробка нових.
7. Проведення повірки, калібрування засобів вимірювальної техніки.
8. Визначення номенклатури вимірюваних і контрольованих параметрів продукції і технологічних процесів; встановлення оптимальних норм

точності вимірювань та достовірності контролю; вибір засобів вимірювань, випробувань і контролю.

9. Участь в розробці планів, програм і методик виконання вимірювань, випробувань і контролю, інструкцій з експлуатації обладнання та інших текстових документів, що входять до складу конструкторської, технологічної та експлуатаційної документації.
10. Виконання робіт, що забезпечують єдність вимірювань.
11. Проведення експериментів по заданим методикам, обробка та аналіз результатів, складання описів проведених досліджень.
12. Розробка проектної технологічної документації в області метрологічного та нормативного забезпечення якості та безпеки продукції.

Національний технічний університет

«Дніпровська політехніка»

ЩОДЕННИК ПРАКТИКИ

(назва практики)

студента _____

(прізвище, ім'я, по батькові)

Факультет (інститут) _____

Кафедра _____

Ступінь вищої освіти _____

Спеціальність _____

_____ курс, група _____

(шифр групи)

Керівник практики від НТУ «ДП» _____

(посада, прізвище та ініціали)

Печатка деканату Декан факультету (директор інституту) _____

(підпис)

Студент _____
(прізвище, ім'я, по батькові)

прибув « ____ » _____ 20 ____ р.

на підприємство, організацію, установу і приступив до практики.

Печатка підприємства,
організації, установи „ ____ ” _____ 20 ____ р.

(підпис) _____
(посада, прізвище та ініціали відповідальної особи)

Вибув „ ____ ” _____ 20 ____ р.
з підприємства, організації, установи

Печатка підприємства,
організації, установи „ ____ ” _____ 20 ____ р.

(підпис) _____
(посада, прізвище та ініціали відповідальної особи)

Відгук і оцінка роботи студента на практиці

(назва підприємства, організації, установи)

Керівник практики від підприємства, організації, установи

(підпис) _____
(прізвище та ініціали)

Печатка підприємства,
організації, установи « ____ » _____ 20 ____ р.

Відгук осіб, які перевіряли проходження практики

Висновок керівника практики від закладу вищої освіти про проходження практики

Дата складання заліку « ____ » _____ 20 ____ року

Оцінка:
за інституційною шкалою _____
(словами)

кількість балів _____
(цифрами)

Керівник практики від закладу вищої освіти

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Автори

Гальченко Юлія Миколаївна

Глухова Наталія Вікторівна

**ВИРОБНИЧА ПРАКТИКА.
МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ**

для спеціальності бакалаврів

152 Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка

Видано у редакційній обробці авторів

Електронне видання

НТУ «Дніпровська політехніка».

49005, м. Дніпро, просп. Д. Яворницького, 19.