Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет _____*Інфокомунікацій* _____
(повна назва)
Кафедра _____*Інформаційно-вимірювальних технологій*_____
(повна назва)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
Пояснювальна записка

рівень вищої освіти _____другий (магістерський)_____

____*Забезпечення якості випробувань цифрового вольтметру постійного струму* _____
(тема)

Виконав: студент *II* курсу, групи _ЗЯм-22-2
_____Лавров Д.С._____
(прізвище, ініціали)
спеціальності __*152 Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка* _____
(код і повна назва спеціальності)
Тип програми ____освітньо-професійна_____
(освітньо-професійна або освітньо-наукова)
Освітня програма __«Забезпечення якості»__
(повна назва освітньої програми)

Керівник _____доц. Дегтярьов О.В._____
(посада, прізвище, ініціали)

Допускається до захисту

Зав. кафедри _____ ____Захаров І.П.____
(підпис) (прізвище, ініціали)

2024 р.

Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет_____Інфокомунікацій_____

Кафедра_____Інформаційно-вимірювальних технологій_____

Рівень вищої освіти_____другий (магістерський)_____

Спеціальність____152 Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка___
(код і повна назва)

Тип програми _____освітньо-професійна_____
(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Освітня програма_____«Забезпечення якості»_____
(повна назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедри _____
(підпис)

«____»__січня_____ 2024__ р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

студентові_____*Лаврову Дмитру Сергійовичу*_____
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи _*Забезпечення якості випробувань цифрового вольтметру постійного струму*

затверджена наказом по університету від 03 *листопада 2023 р. № 1294 Ст*___

2. Термін подання студентом роботи до екзаменаційної комісії 10_січня *2024 р.*

3. Вихідні дані до роботи:___засіб вимірювальної техніки для якого розробляється методика випробувань: цифровий вольтметр постійного струму марки ВПС (U=1 мкВ – 500 В).
Нормативне забезпечення: РМГ 51-"Документи на методики порвірки засобів вимірювань"; МІ 187 "ДСВ. Критерії достовірності та параметри методик перевірки"_____
ДСТУ 2708 "Повірка засобів вимірювальної техніки. Організація та проведення"; МІ 188 "ДСВ. Встановлення значень параметрів методик перевірки. вивід інформації на цифровий дисплей й струмовий вихід 0-5 мА, 0-20 мА, двунаправлений зв'язок з комп'ютером із застосуванням інтерфейсу RS-232 або RS-485)_____
Апаратне забезпечення: персональний комп'ютер "Logic Power», 2.4 ГГц,_ ОЗУ 16 Гб,__Програмне забезпечення: ОС Windows._____

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити: 4.1 Вольтметри. Види, принципи дії; 4.2 Основні техніко-метрологічні характеристики вольтметра ВПС 4.3 Будова і принцип роботи вольтметра ВПС; 4.4 Розробка методики випробувань._____

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
5.1 Назва кваліфікаційної роботи. 5.2 Мета та задачі роботи. 5.3 *Обгрунтування вибору методу вимірювання. 5.4 Вольтметри. Види, принципи дії; 5.5 Основні техніко-метрологічні характеристики вольтметра ВПС 5.6 Будова і принцип роботи вольтметра ВПС; 5.7 Розробка методики випробувань.*

6. Консультанти розділів роботи (п.6 включається до завдання за наявності консультантів згідно з наказом, зазначеним у п.1)

Найменування розділу	Консультант (посада, прізвище, ім'я, по батькові)	Позначка консультанта про виконання розділу	
		підпис	дата

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів роботи	**Терміни виконання** етапів роботи	Примітка
1	Аналіз сучасного стану проблеми та		
	методів її вирішення	03.11.2023 – 12.11.2023	
2	Розробка програми випробувань	13.11.2023 – 20.11.2023	
3	Розробка методики випробувань	21.11.2023 – 30.11.23	
4	Розробка протоколу випробувань	01.12.2023 – 10.12.2023	
5	Написання пояснювальної записки	11.12.2023 – 23.12.2023	
6	Виконання графічної частини	24.12.2023 – 09.01.2024	
7	Представлення закінченої кваліфікаційної	10.01.2024	
	роботи на кафедру		

Дата видачі завдання _03_листопада_ 2023 р.

Студент _____
(підпис)

Керівник роботи _____ ___доц. Дегтярьов О.В.____
(підпис) (посада, прізвище, ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи містить 55 сторінок, 9 рисунків, 9 таблиць, перелік посилань з 1 назв.

ВИПРОБУВАННЯ, МЕТОДИКА ПОВІРКИ, ВОЛЬТМЕТР, ОПЕРАЦІЇ ПОВІРКИ, ЗАСОБИ ПОВІРКИ, МЕТОД ПОВІРКИ, КРИТЕРІЇ ЯКОСТІ ПОВІРКИ, АБСОЛЮТНА ПОХИБКА

Об'єкт дослідження – розробка елементів методики випробувань вольтметра.

Мета роботи – вдосконалення метрологічного забезпечення єдності вимірювань напруги шляхом розробки методики випробувань вольтметра.

Методи досліджень – аналіз існуючої нормативної бази на предмет розробки випробувань, методи передачі розміру фізичних величин, методи обробки результатів вимірювань.

Розглянуто сутність, цілі, завдання випробувань засобів вимірювань. Запропоновано нормативні документи відповідно до яких здійснюють розробку методики випробувань. Розроблено методику випробувань вольтметра. Запропоновані операції і засоби випробувань. Проведена оцінка результатів випробувань. Запропоновано критерії якості повірки.

ABSTRACT

The explanatory note to degree work contains 55 pages, 9 figures, 9 tables, reference list for 16 items.

TESTING, VERIFICATION METHOD, VOLTMETER, VERIFICATION OPERATIONS, VERIFICATION MEANS, VERIFICATION METHOD, VERIFICATION QUALITY CRITERIA, ABSOLUTE ERROR

The object of the research is the development of elements of the voltmeter testing methodology.

The purpose of the work is to improve the metrological assurance of the unity of voltage measurements by developing the voltmeter test methodology.

Research methods – analysis of the existing regulatory framework for the development of tests, methods of transferring the size of physical quantities, methods of processing measurement results.

The essence, goals, tasks of tests of measuring instruments are considered. Regulatory documents are proposed in accordance with which the testing methodology is developed. A voltmeter testing methodology has been developed. Proposed operations and means of testing. Evaluation of test results was carried out. Verification quality criteria are proposed.

ЗМІСТ

С.

Перелік умовних позначень, символів, одиниць, скорочень та термінів ……..……..…..7

Вступ…….....8

1 Типи та параметри напруги…….10

2 Вольтметри. Види принципи дії……..15

3 Розробка елементів процедури випробувань вольтметру постійного струму…….23

Висновки ……...…53

Перелік посилань……...……54

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛОВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

АП – акустичний перетворювач

ВАСД - вузол автоматичного стеження по дальності

ТАРП – тимчасовий автоматичний регулятор посилення

ВФ - видільник фронту

ГЗІ - генератор зондувальних імпульсів

ГРІ - генератор рахункових імпульсів

ГТІ – генератор тактових імпульсів

ЛЗР – легкозаймисті рідини

П – перемикач

ПВ (ПУ) – перемножуючий вузол

УС (СС) - узгоджувальна схема

ПВ (СУ) - підсумовуючий вузол

П (У) – підсилювач

УЗ – ультразвук, ультразвуковий

ВОС (УО) - вузол обробки сигналу

ЦВ – цифровий вольтметр

ВСТУП

У основі забезпечення однаковості засобів вимірювань лежить система передачі розміру одиниці вимірюваної величини. Технічною формою нагляду за одноманітністю засобів вимірювань є державна (відомча) перевірка засобів вимірювань, що встановлює їх метрологічну справність.

Випробування засобів вимірювань - сукупність операцій, що виконуються в цілях підтвердження відповідності засобів вимірювань метрологічних вимог. Повірка спрямована на визначення метрологічного органу похибок засобів вимірювань і встановлення його придатності до застосування.

Придатним до застосування протягом певного межповерочного інтервалу часу визнають ті засоби вимірювань, перевірка яких підтверджує їх відповідність метрологічним і технічним вимогам до цього засобу вимірювання.

Законодавчо встановлено такі види перевірки: первинна перевірка - це перевірка, що виконується до введення в експлуатацію засобу вимірювань або після ремонту, а також при ввезенні засобу вимірювань з-за кордону, при продажу; нечергова перевірка - це перевірка засобу вимірювань, що проводиться до настання терміну його чергової періодичної перевірки; періодична перевірка – це перевірка засобів вимірювань, що у експлуатації чи зберіганні, виконувана через встановлені межповерочные інтервали часу; інспекційна перевірка – це перевірка, що проводиться органом державної метрологічної служби під час проведення державного нагляду за станом та застосуванням засобів вимірювань; експертна перевірка проводиться у разі виникнення розбіжностей з питань, які стосуються метрологічних характеристик, справності засобів вимірів і придатності їх до застосування.

Основний метрологічної операцією під час передачі розмірів одиниць величин є перевірка засобів вимірів. Відповідно до Закону, засоби вимірювань, призначені для застосування у сфері державного регулювання забезпечення єдності вимірювань, до введення в експлуатацію, а також після ремонту підлягають первинній повірці, а в процесі експлуатації - періодичній повірці [3]. Кошти вимірів, які призна-

чені для застосування у сфері державного регулювання забезпечення єдності вимірів, не підлягають державному нагляду. При повірці ЗВТ визнається придатним, якщо дійсні значення його метрологічних характеристик відповідають раніше встановленим технічним вимогам. Висновок про придатність ЗВТ в цьому випадку робить лабораторія, яка проводила перевірку. Юридичні та фізичні особи (власники ЗВТ) самі встановлюють систему підтримки їх у працездатному стані. Законом пропонується на добровільній основі перевірка коштів вимірювань. Таким засобам вимірювання, як вольтметри магнітоелектричні та електронні, властива температурна похибка, а також механічні похибки вимірювального механізму та похибки шкали. Це свідчить про необхідність обов'язкового проведення процедури перевірки вольтметрів. Зрештою, перевірка захищає інтереси споживача, оберігаючи його від використання низькоякісних засобів вимірювальної техніки. Це свідчить про важливість та актуальність теми науково-дослідної роботи.

1 ТИПИ І ПАРАМЕТРИ НАПРУГИ

1.1 Постійний електричний струм

DC - Direct Current - постійний струм, що не змінює своєї величини та напрямки.

Часто в технічній літературі змінним називають струм, який змінює лише величину, але не змінює напрямок, наприклад, пульсуючий струм. Необхідно пам'ятати при розрахунках, що змінний струм у разі є лише складовою загального струму. Такий варіант можна подати як змінний струм AC з постійною складовою DC. Або як постійний струм із змінною складовою, залежно від того, яка складова найбільш важлива у контексті.

DC - Direct Current - постійний струм, що не змінює своєї величини та напрямки.

У реальності постійний струм не може зберігати свою величину постійної, тому існує умовно в тих випадках, де можна знехтувати змінами його постійної величини, або як складова (DC) для електричного струму будь-якої форми, що періодично змінюється. Тоді величина DC дорівнюватиме середньому значенню струму за період, і буде нульовою лінією для змінної складової AC.

При синусоїдальній формі струму, наприклад, в електромережі, постійна складова DC дорівнює нулю.

Постійний струм із змінною складовою у вигляді пульсацій показаний синьою лінією на верхньому графіку малюнка. Запис AC+DC у разі не є математичної сумою, лише вказує на дві складові струму. Підсумовуються потужності. Величина струму дорівнюватиме квадратному кореню із суми квадратів двох величин - значення постійної складової DC і середньоквадратичного значення змінної складової AC.

Терміни AC і DC застосовні як струму, так напруги.

Постійний електричний струм

Постійним струмом називається електричний струм, який не змінюється у часі за напрямом. Джерелами постійного струму є гальванічні елементи, акумулятори та генератори постійного струму.

Електричний струм має певний напрямок. За напрямок струму приймають напрямок руху позитивно заряджених частинок. Якщо струм утворений рухом негативно заряджених частинок, напрям струму вважають протилежним напряму руху цих частинок.

Для кількісної оцінки струму в електричному ланцюзі служить поняття сили струму. Сила струму – це кількість електричного струму q, що протікає через поперечний переріз провідника за одиницю часу.

Якщо через поперечний переріз провідника перемістилася кількість електрики q, то сила струму:

$I = q/t$

Одиниця виміру сили струму - ампер (А).

Щільністю струму (А/мм2) називають відношення сили струму I до площі поперечного перерізу F провідника:

$\delta = I / F$

У замкнутому електричному ланцюзі струм виникає під дією джерела електричної енергії, що створює і підтримує на своїх затисках різницю потенціалів, що вимірюється у вольтах (В).

• Опір. Важливою характеристикою електричного ланцюга є опір: від його значення залежить сила струму в провіднику при заданій напрузі. Опір провідника є своєрідною мірою протидії провідника протіканню в ньому електричного струму. Електричний опір вимірюється в омах (Ом). Широко використовується і величина, зворотна опору (1/Ом), яка називається провідністю.

Опір залежить від матеріалу провідника, його довжини і площі поперечного перерізу F, тобто.

$$R = \rho\, l / F,$$

де ρ – питомий опір провідника.

Питома опір в одиницях SI (СІ) чисельно дорівнює опору провідника, що має форму куба з ребром 1 м, якщо струм проходить між двома протилежними гранями куба. Опір провідників змінюється за зміни їх температури. З підвищенням температури опір металевих провідників збільшується. Опір вугілля, розчинів та розплавів солей та кислот зменшується з підвищенням температури.

Позначаючи через R0 опір провідника за температури 0 °С, отримаємо для опору за будь-якої температури формулу:

$$R = R0\ (1 + \alpha t),$$

де - термічний коефіцієнт опору, що показує відносне збільшення питомого опору при нагріванні провідника на 1 °С.

Ця властивість використана в дротяних датчиках температури.

Закон Ома. Залежність між різницею потенціалів (напругою) на затискачах електричного ланцюга, опором та струмом у ланцюгу виражається законом Ома. Відповідно до закону Ома ділянки однорідної ланцюга сила струму прямо пропорційна значенню прикладеного напруги, тобто.

$I = U/R$,

де U - напруга на затискачах ланцюга, В;

R – опір, Ом; 12

I – сила струму, А.А.

З'єднання. На практиці застосовують паралельне, послідовне та змішане з'єднання елементів електричних кіл. При паралельному з'єднанні елементів, наприклад резисторів, їх висновки з'єднують у загальні вузлові точки і кожен резистор виявляється включеним на напругу, прикладену до вузлових точок А і В (рис. 1.1). Загальний опір ланцюга визначають за такою формулою:

$1/R0 = 1/R1 + 1/R2 + 1/R3$

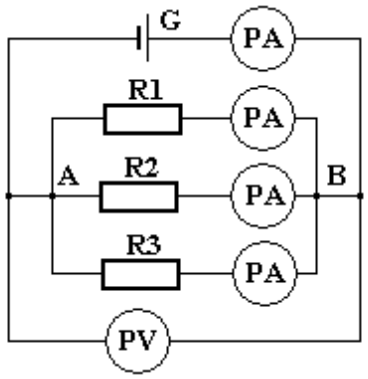

Рисунок 1.1 – Паралельне з'єднання провідників

При послідовному з'єднанні елементи електричних ланцюгів включаються один за одним, тобто початок наступного з'єднують з кінцем попереднього (рис. 1.2). Електричний струм у ланцюзі з послідовним з'єднанням однаковий у всіх елементах.

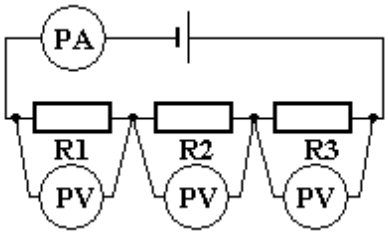

Рисунок 1.2 – Послідовне з'єднання провідників

Загальний опір ланцюга при послідовному з'єднанні резисторів розраховують за формулою:

$$R0 = R1 + R2 + R3$$

Формули, наведені вище, можна застосовувати для розрахунку загального опору будь-якого числа резисторів; з'єднаних паралельно або послідовно.

Потужність. Робота, що здійснюється електричним струмом за одиницю часу (секунду), називається потужністю; позначається буквою Р. Ця величина характеризується інтенсивністю скоєної струмом роботи. Потужність визначають за формулою

$$P = W / t = UIt / t = UI$$

2 ВОЛЬТМЕТРИ. ВИДИ, ПРИНЦИП ДІЇ

2.1 Види вольтметрів

Вольтметр (вольт + гр. μετρεω вимірюю) – вимірювальний прилад безпосереднього відліку для визначення напруги або ЕРС в електричних ланцюгах. Підключається паралельно навантаженню або джерелу електричної енергії.

Ідеальний вольтметр повинен мати нескінченний внутрішній опір. У реальному вольтметрі, чим вищий внутрішній опір, тим менше впливу прилад буде на вимірюваний об'єкт і, отже, тим вище буде точність і різноманітніше області застосування.

За принципом дії вольтметри поділяються на:

- електромеханічні - магнітоелектричні, електромагнітні, електродинамічні, електростатичні, випрямляючі, термоелектричні;
- електронні – аналогові та цифрові

За призначенням:

- постійного струму;
- змінного струму;
- імпульсні; [15]
- фазочутливі;
- селективні;
- універсальні

За конструкцією та способом застосування:

- щитові;
- переносні;
- стаціонарні

2.2 Електронні вольтметри загального призначення

Електронним вольтметром називається прилад, показання якого викликаються струмом електронних приладів, тобто енергією джерела живлення вольтметра. Вимірювана напруга керує струмом електронних приладів, завдяки чому вхідний опір електронних вольтметрів досягає великих значень і вони допускають значні навантаження.

Електронні вольтметри діляться на аналогові та дискретні. У аналогових вольтметрах вимірювана напруга перетворюється на пропорційне значення постійного струму, що вимірюється магнітоелектричним мікроамперметром, шкала якого градуюється в одиницях напруги (вольти, мілівольти, мікровольти). У дискретних вольтметрах вимірювана напруга піддається ряду перетворень, в результаті яких аналогова вимірювана величина перетворюється на дискретний сигнал, значення якого відображається на індикаторному пристрої у вигляді цифр, що світяться. Аналогові та дискретні вольтметри часто називають стрілочними та цифровими відповідно.

Під час розробки електронних вольтметрів враховуються такі основні технічні вимоги: висока чутливість; широкі межі вимірюваної напруги; широкий діапазон робочих частот; великий вхідний опір і мала вхідна ємність; мала похибка; відома залежність показань від форми кривої вимірюваної напруги.

2.2.1. Аналогові електронні вольтметри загального призначення

Аналогові електронні вольтметри містять, крім магнітоелектричного вимірювального приладу та додаткових опорів, вимірювальний підсилювач (постійного або змінного струму), який дозволяє мати більш низькі межі вимірювання (до десятків – одиниць мілівольт і нижче), істотно підвищити вхідний опір приладу межах виміру змінної напруги.

2.2.2. Цифрові електронні вольтметри загального призначення

Принцип роботи вольтметрів дискретної дії полягає у перетворенні вимірюваної постійної або повільно мінливої напруги в електричний код за допомо-

гою аналого-цифрового перетворювача, який відображається на табло в цифровій формі.

2.3 Вольтметри постійного струму

Вольтметри постійного струму ВС призначені для вимірювання напруги в ланцюгах постійного струму і застосовуються в різних галузях промисловості. Дані прилади є приладами електромагнітного типу. Принцип дії приладів заснований на використанні взаємодії магнітного поля вимірюваного струму, що проходить по нерухомій котушці, і рухомий котушки, яка в залежності від величини струму, що протікає, втягується у вікно нерухомої котушки.

2.4 Универсальные вольтметры

Современные универсальные вольтметры предназначены для измерения постоянного и переменного напряжения и тока, сопротивлений, емкостей. Обычно их рабочий диапазон частот простирается до 100 кГц. От мультиметров их отличает лабораторное исполнение (в том числе отсутствие автономного питания), большее количество разрядов и меньшая погрешность измерения. При измерениях кратковременных процессов, например, тока срабатывания УЗО, удобной являются функции пиковых измерений и удержания показаний. Для большинства измерений на производстве хватает базовой погрешности вольтметра на уровне ±0,01…0,05 %, что достижимо в простых универсальных вольтметрах. Более сложные модели уже обладают базовой погрешностью измерения 0,002 % и имеют дополнительные режимы измерения частоты, периода, температуры, вычисления среднего значения из измеренного массива данных, измерения в режиме допускового контроля и многое другое. Если же у разработчика нет нужды в сложных лабораторных вольтметрах, то для решения большинства прикладных задач вполне будет достаточно и мультиметра. Так, современные мультиметры имеют базовую погрешность 0,06% и все режимы работы, доступные для хорошего стационарного вольтметра.

2.5 Вольтметр постійного струму типу «ВПС-204-1»

Вольтметр постійного струму типу «ВПС-204-1» (рис.2.1) випускається за технічними умовами України ТУ У 11.7-35216552-001:2019 «Вольтметри постійного стрму типу ВПС, виробництва ТОВ «В-омега», м. Біла Церква, Україна.

Рисунок 2.1 – Загальний вигляд вольтметру постійного струму

Вольтметр «ВПС 204-1» призначений для вимірювання постійної напруги від 1 мВ до 500 В у виробничих та лабораторних умовах, а також для роботи у вимірювальних системах. Прилад має 7 діапазонів вимірювань. Піддіапазони вимірювання вольтметра встановлюються перемикачем вручну. Полярність вимірюваної напруги визначається автоматично. Швидкодія: 25 перетворень на секунду. Вольтметр має автоматичний та зовнішній запуски. Клас точності прилада 0,05.

Технічін характеристики:

Температура навколишнього повітря:

- від +10 ºС до +37 ºС;

Відносна вологість: до 80%;

Діапазон вимірювань: 1 мВ – 500 В;

Клас точності приладу: 0,05;

Напруга живлення – від 187 В до 242 В;

Частота: 50 Гц;

Потужність, що споживається приладом мережі:

- при номінальній напрузі - 15 ВА;
- при максимальній напрузі - 17 В А;
- Габаритні розміри – 61х219х310мм;
- Маса приладу - 3,0 кг.

Межі вимірювань, вхідні опору Rвх на постійному струмі, межі допускається основної похибки од у розширеній до 120% області вимірювань на всіх межах зазначені в таблиці 3.1.

Таблиця 2.1 - Метрологічні характеристики вольтметра

Верхня межа діапазону вимірювань	δ, %	Вхідний опір $R_{вх}$, МОм
1 мВ	$\pm\left[0.2+0.1\left(\frac{Uk}{Ux}-1\right)\right]$	≥ 10
10 мВ	$\pm\left[0.1+0.05\left(\frac{Uk}{Ux}-1\right)\right]$	≥ 10
100 мВ	$\pm\left[0.06+0.02\left(\frac{Uk}{Ux}-1\right)\right]$	≥ 100
19 1 В	$\pm\left[0.05+0.02\left(\frac{Uk}{Ux}-1\right)\right]$	≥ 1000
10 В	$\pm\left[0.06+0.02\left(\frac{Uk}{Ux}-1\right)\right]$	10 ± 0.5
100 В	$\pm\left[0.06+0.02\left(\frac{Uk}{Ux}-1\right)\right]$	10 ± 0.5
500 В	$\pm\left[0.1+0.05\left(\frac{Uk}{Ux}-1\right)\right]$	10 ± 0.5

Примітка. *Uk* - верхня межа;

Ux – показання приладу.

1. Клас точності приладу 0,05

2. Межі допустимої додаткової похибки, викликаної зміною температури навколишнього повітря від нормальної, до будь-якої температури в межах від 10 до 35 градусів за ЦельСієм, дорівнює межі основної похибки, що допускається, од на кожні 10 градусів зміни температури.

3. Прилад задовольняє вимоги п.2 у частині меж основної похибки, що допускається, при зміні напруг живлення від 187 В до 242 В.

4. Додаткова похибка приладу, викликана впливом зовнішнього магнітного поля з індукцією 0.4 , СИнусоидально змінюється у часі з частотою мережі живлення, не перевищує половини межі основної похибки, що допускається.

5. Прилад витримує протягом 1 хв напруга, що дорівнює кінцевому значенню найближчого діапазону вимірювання, на всіх діапазонах з індикацією перевантаження на табло приладу значення “12000”, крім межі 500 В. На межі 500 В допускається вплив протягом 1 хв

600 В витримує протягом 1 хв рівну напругу

1,5 кінцевого значення діапазону вимірювань, і десятикратне навантаження протягом 10 с на межі 1 В.

6. Полярність вимірюваної напруги визначається автоматично.

7. Прилад має автоматичний та зовнішній запуск.

8. Відлік результату вимірювання проводиться за відліковим пристроєм, що індикує:

- Полярність вимірюваної напруги;

- п'ять цифр відліку;

- десяткову кому (точку).

Прилад зберігає результати вимірювань до введення нової інформації.

9. Коефіцієнт ослаблення зовнішньої перешкоди не гірший:

60 dB – для перешкоди нормального виду, що являє собою напругу частоти мережі живлення, прикладена до входу приладу, величиною не більше 100 % від межі вимірювань за відсутності вхідного СІгналу постійного струму і не більше 20 % від межі вимірювань при вхідному СІгналу, що дорівнює межі вимі-

рювань;

80 dB –для перешкоди загального вигляду, що являє собою напругу частоти мережі живлення, прикладеної до входу приладу щодо корпусу при неСимметрії входу 1 кОМ; 120 дБ – для перешкоди загального вигляду, що є напругою постійного струму, прикладеною до входу приладу щодо корпусу при неСимметрії входу 1 кОм.

11. Періодичність ручного калібрування не менше 8 годин на всіх межах,

на межі 1 мВ - 0,5 години протягом перших двох годин після встановлення робочого режиму і 1 годину при подальшій роботі без вимкнення, на межі 10 мВ -8 годин, на інших межах - 24 години.

Побудова та принцип роботи цифрового вольтметра змінного струму

Структурна схема приладу наведено рис.2.2.

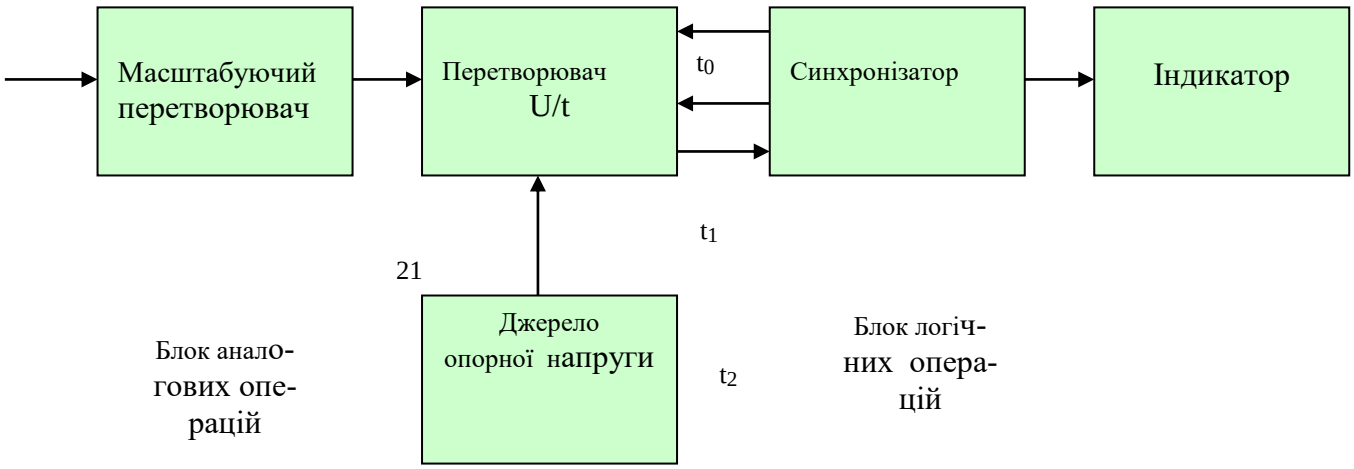

Рисунок 2.2 – Структурна схема приладу

Прилад складається з гальванічно ізольованих один від одного блоків аналогового та цифрового. Зв'язок між ними здійснюється через імпульсні трансформатори. Вимірювана напруга через масштабний перетворювач надходить на перетворювач U/t (напруга – часовий інтервал). Для перетворення постійної напруги в часовий інтервал використовується метод подвійного інтегрування, при якому заряд інтегруючої ємності виробляється від вимірюваної напруги за час t_0 - t_1, а заряд від джерела опорної напруги за час t_1 - t_2. З перетворювача U/t імпульс t_2 у момент закінчення розряду надходить на синхронізатор цифрового блоку, де заповнюється імпульсами високої частоти. Число імпульсів підраховується і результат видається на цифрове табло приладу.

22

3 РОЗРОБКА ЕЛЕМЕНТІВ ПРОЦЕДУРИ ВИПРОБУВАНЬ ВОЛЬТМЕТРУ ПОСТІЙНОГО СТРУМУ

Нормативною основою проведення випробувань вольтметра є:

1. Закон України про Метрологію та метрологічну діяльність.
2. Закон України про Технічні регламенти та оцінку відповідності.
3. Технічний регламент засобів вимірювальної техніки.

Згідно положень *Технічного регламенту засобів вимірювальної техніки* виробник забов'язаний здійснювати метрологічні випробування ЗВТ, передбачені національними стандартами або відповідними технічними специфікаціями (ТУ).

Оскільки вольтметр типу "*ВПС-204-1*" випускається згідно технічних специфікацій, то процедури випробувань згідно Технічного регламенту встановлюються у відповідності до Технічних умов виробника, які наведено на даному слайді. У межах даної роботи акцент зроблено на метрологічних випробуваннях.

Згідно специфікацій передбачено випробування:

1. Випробування опору ізоляції
2. Метрологічні випробування
   2.1. визначення метрологічних характеристик
   2.2 Визначення основної похибки

При проведенні повірки проводять операції, зазначені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Операції повірки

	Операції	№п. ТУ	Обов'язковість	
1	Зовнішній огляд	12.1	Первинна перевірка так	Періодична так
2	Опробування	12.2	так	так
3	Визначення метрологічних характеристик	12.3	так	так
4	Визначення абсолютної похибки вимірювання напруги постійного струму	12.4	так	так

Засоби повірки:

При проведенні повірки повинні використовуватися засоби:

Компаратор напруги Р3003, класу точності 0,005, призначений для:

- видачі каліброваних напруг;
- компарування (відносного виміру) напруг постійного струму;
- Вимірювання напруг (з нормальним елементом класу 0,001, II розряду);

За параметри методик перевірки приймаються характеристики похибки повірки (або спостережень при повірці) та алгоритму контролю основної похибки, що входять параметрами у вираз оперативної характеристики L, що безпосередньо впливають на достовірність повірки екземплярів СІ.

У випадку встановлюються такі параметри методик перевірки:

m – число перевіряються в діапазоні виміру СІ точок;

p – допустима при виборі числа m різниця між найбільшим модулем безперервної нормалізованої функції 0s(x) Систематичною складовою основної похибки в діапазоні вимірювання СІ та його значенням у сусідній точці, що повіряється.

Нормалізація функції 0s(x) здійснюється розподілом на модуль межі 0sp її значень, що допускаються;

n – число спостережень при експериментальному визначенні значень похибки в точці, що перевіряється, підлягають спільній обробці для отримання результату вимірювання похибки;

Абсолютне значення відношення меж поля контрольного допуску, з якими порівнюється отримана при перевірці оцінка контрольованої характеристики Q з метою прийняття рішення про придатність або дефектність конкретного екземпляра СІ, до модуля Gp.

Це відношення дорівнює: - при контролі основної - при контролі її системної складової 0s;

□□ = □□[ ]/□p[ ] - при контролі середнього квадратичного відхилення (С к о) □[ ] її випадковою складовою [ ]. Тут 0p, 0sp, □[ ] межі значень, що допускаються для 0, 0s, □[ ] відповідно;

□ – відношення межі допустимого значення похибки I повірки (при n = 1) або характеристик похибки спостережень (при n > 1) при повірці до межі допустимого значення контрольованої характеристики.

Це відношення одно: □p = Ip/| 0p| - якщо контролюється основна похибка 0 при n = 1; □sp = Isp/| 0sp| та □□p = □p[ ]/□p[ ] - якщо контролюються характеристики її окремих складових 0s та □[ ] відповідно при n > 1.

Параметри методик перевірки поділяються на дві групи.

До першої групи належать параметри m та □p. Вони входять до вихідних даних при встановленні значень параметрів другої групи.

До другої групи належать параметри □p (або □sp та □□p), □ (або □s та □□), n. Їх значення встановлюються відповідно до рекомендацій методичних вказівок МІ 188-86 "ДСІ. Засоби вимірювань. Встановлення значень параметрів методик перевірки".

а) Зовнішній огляд. При проведенні зовнішнього огляду необхідно перевірити чіткість фіксації перемикача, плавність регулювання елементів, розташованих на передній панелі.

Електричний опір між клемою «1» та всіма металевими неізольованими частинами корпусу приладу вимірюється омметром і не повинен перевищувати 0,2 Ом.

Схема зєднання для визначення основної похибки

Схема зєднання з’єднання для визначення основної похибки наведено рис. 3.1

Рисунок 3.1 - Схема зєднання з’єднання для визначення основної похибки

Визначення основної похибки проводиться за схемою, зображеною на рис.3.1, при двох полярностях напруги. Регулюванням вихідної напруги джерела встановлюють таке значення напруги Ux, при якому на табло приладу, що досліджується, індикується значення Ni менше номінального значення No в контрольованій точці на одну одиницю молодшого розряду.

Потім збільшують напругу джерела до значення Ux_1, при якому почнуть появляться покази $|Ni| \geq |No|$, та визначають основну похибку за формуло (3.1)

$$\Delta 1 = |No - Ux1| \tag{3.1}$$

Регулюванням вихідної напруги джерела встановлюють поточне значення Ux, при якому $|Ni| > |No|$ на одну одиницю молодшого розряду.

Потім зменшують напругу джерела до значення Ux_2, при якому почнуть з'являтися показання $|Ni| \leq |No|$, і визначають похибку за формуло (3.2)

$$\Delta 2 = |No - Ux2| \tag{3.2}$$

За похибку Δ приймають найбільшу з $\Delta 1$ и $\Delta 2$.

Прилад визнають придатним, якщо виконується вимога, що подана виразом (3.3)

$$\delta = \frac{100 \cdot |\Delta|}{No} \leq \delta_{\text{од}} \tag{3.3}$$

де δ - відносна похибка, %;

$\delta_{\text{од}}$ дозволена відносна похибка.

Межі допустимої основної похибки, визначені за формулою 3.3, та контрольовані точки наведені у таблиці 3.2

Таблиця 3.2 - Межі допустимої основної похибки

Верхня межа діапазонау вимірю-вань	Точки, що контролюються (значення від межі)					
	0,1	0,3	0,5	0,7	1,0	1,997
	Межа допустимої основной похибки, $\delta_{од}$, %					
1 мВ	1,10	0,43	0,30	0,243	0,20	0,183
10 мВ	0,55	0,21	0,15	0,121	0,10	0,091
100 мВ	0,24	0,11	0,08	0,060	0,06	0,057
1 В	0,23	0,10	0,07	0,059	0,05	0,047
10 В	0,24	0,11	0,08	0,069	0,06	0,057
100 В	0,24	0,11	0,08	0,069	0,06	0,057
500 В	0,55	0,21	0,15	0,121	0,10	0,091

Результати повірки приведено в таблиці 3.3

Таблиця 3.3 – Результати повірки

Діапазон вимірювань	Точка, що контролюється		Показання приладу		Абсолютна похибка $\Delta = Xi - Xд$		Абсолютна дозволена похибка	
1 В	100	мВ	100.110	мВ	+0.11	мВ	±0.24	мВ
	200		200.200		+0.20		±0.26	
	300		299.990		-0.01		±0.3	
	400		399.985		-0.015		±0.33	
	500		500.022		+0.02		±0.35	
	700		700.018		+0.018		±0.48	
	1000		1000.03		+0.03		±0.50	
1 мВ	0,1	мВ	0.1001	мВ	+0.001	мВ	±0.001	мВ
	0,3		0.3000		0		±0.001	
	1,0		1.001		0.001		±0.002	
10 мВ	1,0	мВ	1.003	мВ	+0.003	мВ	±0.006	мВ
	3,0		3.004		+0.004		±0.006	
	10		10.008		+0.008		±0.01	
100 мВ	10	мВ	100.012	МВ	+0.012	мВ	±0.024	мВ
	30		299.999		-0.001		±0.033	
	100		100.031		+0.031		±0.06	
10 В	1,0	В	1.0018	В	+1.8	мВ	±2.4	мВ
	3,0		2.9993		-0.7		±3.3	
	10		10.003		+3		±6.0	
100 В	10	В	100.001	В	+1	мВ	±24	мВ
	30		29.989		-11		±33	
	100		100.045		+45		±60	
500 В	50 29	В	100.018	В	+0.018	В	±0.275	В
	250		249.85		-0.15		±0.375	
	500		500.450		+0.450		±0.500	

Необхідність періодичного контролю метрологічних параметрів вольтметрів: перевірка засобів вимірювань має велике значення, що виходить далеко за межі цієї лабораторії, інституту, підприємства. Перевірка засобів вимірів є по суті однією з ланок багаторівневого процесу передачі розміру одиниці зразка до робочого засобу вимірів. Саме зв'язок з еталоном є необхідною умовою повсюдної єдності заходів, єдності вимірів. При експлуатації та зберіганні засобів вимірювань проводиться періодична перевірка. Для вольтметрів, згідно МІ 1202 «Методичні вказівки. Державна Система забезпечення єдності вимірювань.

Прилади та перетворювачі вимірювальні напруги, струму, опору цифрові. Загальні вимоги до методики перевірки» встановлений перевірочний інтервал 2 роки.

Автоматизація перевірки. Швидке зростання кількості засобів вимірювань, що випускаються і знаходяться в експлуатації, зокрема ЦВП призводить до того, що традиційні методи вимірювань і насамперед повірки розраховані на застосування ручної праці стають гальмом для подальшого підвищення ефективності виробництва ЦВП. Порівняно висока трудомісткість перевірки ЦВП, можливість суворої формалізації її процесу призвели до того, що автоматизація випробувань ЦИУ розвивається в першу шляхом автоматизації їх перевірки.

Цифрові вольтметри найбільше піддаються автоматизації т.к., інформація представлена в цифровому вигляді (є вихід) є автоматичний вибір діапазону вимірювань (або дистанційний). Промисловістю налагоджений випуск програмованих калібраторів напруг. Тому ЕОМ за заданим алгоритмом перевірки встановлює на вході вольтметра, що повіряється, за допомогою калібратора напруг, напруга в точці, що повіряється. Після чого ЕОМ зчитує інформацію з ЦВ, і обчислює Сістематичну складову інструментальної похибки повіреного ЦВ і порівнює з межею допустимого значення систематической складової похибки, або вимірює з граничним значенням методичної похибки і порівнює з межею допустимих значень похибки ЦВ. Після перегляду всіх контрольованих точок друкує протоколи перевірки

У цій кваліфікаційній роботі було розроблено елементи методики випробування вольтметра. Випробуванням піддаються засоби вимірювань (ЗВТ), що випускаються з виробництва та ремонту, одержувані з-за кордону, а також що знаходяться в експлуатації та зберіганні.

Основні вимоги до організації та порядку проведення перевірки ЗВТ встановлені певними стандартами.

Перевірка засобів вимірювань - сукупність операцій, що виконуються в цілях підтвердження відповідності засобів вимірювань метрологічних вимог [1].

Повірка спрямована на визначення метрологічним органом похибок засобу вимірювань та встановлення його придатності до застосування.

В основі забезпечення однаковості засобів вимірювань лежить система передачі розміру одиниці вимірюваної величини. Технічною формою нагляду за одноманітністю засобів вимірювань є державна (відомча) перевірка засобів вимірювань, що встановлює їх метрологічну справність [2].

Придатним до застосування протягом певного межповерочного інтервалу часу визнають ті засоби вимірювань, перевірка яких підтверджує їх відповідність метрологічним і технічним вимогам до цього засобу вимірювання.

Законодавчо встановлено такі види перевірки: первинна перевірка - це перевірка, що виконується до введення в експлуатацію засобу вимірювань або після ремонту, а також при ввезенні засобу вимірювань з-за кордону, при продажу; нечергова перевірка - це перевірка засобу вимірювань, що проводиться до настання терміну його чергової періодичної перевірки; періодична перевірка – це перевірка засобів вимірювань, що у експлуатації чи зберіганні, виконувана через встановлені міжповерочні інтервали часу; інспекційна перевірка – це перевірка, що проводиться органом державної метрологічної служби під час проведення державного нагляду за станом та застосуванням засобів вимірювань; експертна перевірка проводиться при виникненні розбіжностей з питань, що належать до метрологічних характеристик, справності засобів вимірювань та придатності їх до застосування.

Основний метрологічної операцією під час передачі розмірів одиниць величин є перевірка засобів вимірів. Відповідно до Закону, засоби вимірювань, призначені для застосування у сфері державного регулювання забезпечення єдності вимірювань, до введення в експлуатацію, а також після ремонту підлягають первинній повірці, а в процесі експлуатації - періодичній перевірці [3]. Кошти вимірів, які призначені для застосування у сфері державного регулювання забезпечення єдності вимірів, не підлягають державному нагляду. При повірці СІ визнається придатним, якщо дійсні значення його метрологічних характеристик відповідають раніше встановленим технічним вимогам. Висновок про

придатність ЗВТ у разі робить лабораторія, яка проводила перевірку. Юридичні та фізичні особи (власники ЗВТ) самі встановлюють систему підтримки їх у працездатному стані. Законом пропонується на добровільній основі перевірка засобів вимірювань [3]. Таким засобам вимірювання, як вольтметри магнітоелектричні та електронні, властива температурна похибка, а також механічні похибки вимірювального механізму та похибки шкали. Це свідчить про необхідність обов'язкового проведення процедури перевірки вольтметрів. Зрештою, перевірка захищає інтереси споживача, оберігаючи його від використання низькоякісних засобів вимірювальної техніки. Це свідчить про важливість і актуальність теми науково-дослідної роботи, що проводиться.

Протокол випробувань

Випробувальна лабораторія
«Український науково-дослідний інститут прогнозування

та випробування»

Випробувальний центр «Метрологія»

ПРОТОКОЛ

№ 11.12

випробувань

ЕЛЕКТРОНИЙ КЕРУЮЧИЙ БЛОК: ВОЛЬТМЕТР ПОСТІЙНОГО СТРУМУ - КОНТРОЛЕР

33

Харків 2020

Випробувальна лабораторія
Наукової установи
«Інститут прогнозування та випробування техніки

Випробувальний центр «Метрологія»
наукового центру «Інститут метрології»
(ДВЦ «Метрологія» ННЦ «Інститут метрології»)

Атестат акредитації № 2к227 від 16.05.2017 року
відповідно до вимог ДСТУ ISO/IEC 17025:2006

Акредитація в Державній Системі
сертифікації продукції УкрСЕПРО
(атестат № UA 6.023.T.202 від 19.07

ЗАТВЕРДЖУЮ
Керівник випробувальної лабораторії Харківської філії

ЗАТВЕРДЖУЮ
Керівник державного випробувального центру «Метрологія»

ПРОТОКОЛ № 11.12
від 12 листопада 2020 року
сертифікаційних випробувань

Блок управління
КОНТРОЛЕР - ВОЛЬТМЕТР ПОСТІЙНОГО СТРУМУ

34

В протоколі:	сторінок	–	15
	рисунків	–	1
	таблиць	–	3
	додатків	–	2

ЗМІСТ

Вступ ……
1. Умови випробувань ……
2. Ідентифікація виробу …….
3. Відповідність конструкції виробу обов’язковим вимогам нормативних документів .....
Висновки …….
Перелік нормативних документів на вимоги та методи їх визначення, на які є посилання в протоколі ……..
Перелік засобів вимірювальної техніки та випробувального обладнання, які використовувались під час випробувань …….....

ВСТУП

Випробування з метою сертифікації вольтметру постійного струму проведені на підставі рішення № 066-5114/10-12 від 16 жовтня 2020 року Органу із сертифікації за заявкою № 066-5114/10-12 від 16 жовтня 2020 року.

Код ДКПП 31.6.

Заявник – ТОВ «ВІКОНСАЛТ ПРО»,
.

Виробник продукції – ТОВ «ТПГ «Альянс»,
09100, м. Біла Церква,

Рік виготовлення продукції – 2020.

Дата надходження продукції на випробування – 16 жовтня 2020 р.

Термін проведення випробувань:
початок – 16 жовтня 2012 р.
закінчення – 12 листопада 2012 р.

1 Умови випробувань

Випробування вольтметру постійного струму проведено у Державному випробувальному центрі «Метрологія» Національного наукового центру «Інститут метрології», м. Харків.

Умови проведення випробувань наведені в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Характеристика метеорологічних умов випробувань

Показник	Середнє значення показника
Значення температури повітря в приміщенні, °С	+20
Значення відносної вологості повітря, %	65
Значення атмосферного тиску, мм рт. ст.	760

2 Ідентифікація виробу

Вольтметр постійного струму, виробництва ТОВ «ТПГ «Альянс», Україна (рис. 1) ідентифіковано за такими критеріями: акти відбору та ідентифікації зразків № 066-5114/10-12 від 26.09.2012 р. Органу із сертифікації «Міжнародні стандарти і системи», експлуатаційно-технічна документація, товаро-супровідна документація.

37

Рис. 1 – Загальний вигляд вольтметру постійного струму

Вольтметр постійного струму –, призначений для комплектації рудничних контактних електровозів К7, К10, К14 і їх модифікації як для поставок всередині країни так і для поставок на експорт. Контролер призначений для реостатного пуску і електричного гальмування тягових двигунів електровозів. Охолодження контролера - природне. Кліматичне виконання У категорії 5 по ДСТУ ГОСТ 15150.

Блок «вольтметр-контролер» вольтметру та головного і реверсивного барабанів, встановлених в підшипниках між підставою і кришкою, які з'єднані між собою трьома сталевими рейками. Головний і реверсивний барабани являють собою сталеві вали з профільними ізоляційними шайбами, які, впливаючи на рухомі важелі кулачкових елементів, встановлених на рейках, замикають або розмикають контакти згідно діаграмі замикань контролера. Переміщення головного барабана по позиціях проводиться за допомогою головної рукоятки, укріпленої на головному валу штифтом. Реверсивний барабан встановлюється в необхідне положення за допомогою спеціальної реверсивної рукоятки, що вставляється в шліц реверсивного валу. На рейці встановлена ізоляційна панель, на якій розташовані два напівпровідникових шунтуючих діода, підключених до затискачів кулачкових елементів згідно зі схемою контролера.

Таблиця 2.1 – Технічні характеристики та показники ідентифікації

Показник	За даними	
	виробника	випробувань
1	2	3
Найменування виробу	вольтметр	
Модель	КС 305	
Виробник	ТОВ «ТПГ «Альянс», Україна	
Код ДКПП	31.6	
Напругаа кола керування, В	0,250	0,250
Напруга, В	220	240
Струм головного кола, А	0,410	0,410
Струм тривалого режиму, А	0,200	0,200
Струм кола освітлення, сигналізації та блокіровки, А	0,5	0,5
Кількість контактів: комутуючих / реверсивних / кола освітлення та сигналізації / ланцюга блокування	11 / 8 / 4 / 1	11 / 8 / 4 / 1
Розміри, мм	61х219х310	61х219х310
Вага, кг, не більше	3	3

39

Представлена на випробування продукція ідентифікована згідно з представленою документацією і є вольтметр, виробництва ТОВ «ТПГ «Альянс», Україна.

3 Відповідність конструкції виробу обов’язковим вимогам нормативних документів

Випробування параметрів безпеки контролеру низьковольтного типу КС 305 здійснено на відповідність вимогам ТУ У 31.6-35216552-001:2011 за методами цього нормативного документу.

Результати випробувань наведені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Результати випробувань на відповідність вимогам ТУ У 31.6-35216552-001:2011

Номер пункту НД	Фактичні значення показників (дані вимірів, спостережень, результати обчислень)		Висновок щодо відповідності
1	2		3
1	Технічні вимоги		–
1.1	Контролер типу КС 305 відповідає вимогам ТУ У 31.6-35216552-001:2011 та комплекту конструкторської документації затвердженої в установленому порядку		Відповідає
1.2.1	Основні параметри блоку вольтметр- контролер типу КС 305 відповідають вимогам ТУ У 31.6-35216552-001:2011 і складають:		–
	Назва параметру	Фактичне	Відповідає
	1 Номинальное напряжение, В		–
	1) головного кола і управління	250	Відповідає
	2) кола сигналізації	24	Відповідає
	2 Допустиме відхилення напруги від номінального значення,		–

	1) головного кола і управління	±75	Відповідає
	2) кола сигналізації	+2,4; -7,2	Відповідає
	3 Номінальний струм головного кола, А	410	Відповідає
	4 Номінальний режим роботи	Повторно-коротко-часовий.ПВ 20%	Відповідає
	5 Струм тривалого режиму, А	200	Відповідає
	6 Номінальний струм ланцюгів освітлення, сигналізації та блокування, А	5	Відповідає
	7 Кількість контактів:		–
	комутуючих	11	Відповідає
	реверсивних	8	Відповідає
	ланцюги освітлення та сигналізації	4	Відповідає
	ланцюга блокування	1	Відповідає
	8 Зусилля натискання контактів, Н		
	комутуючих та реверсивних	40 ± 5	Відповідає
	ланцюгів освітлення, сигналізації та блокування, не більше	2,8	Відповідає
	9 Провал контактів, мм:		–
	ланцюгів освітлення, сигналізації блокування 41	2 +1,8; 2 - 1,0	Відповідає

Продовження таблиці 3.1

1	2		3
1.2.1	10 Розмір контактів, мм:		–
	комутуючих	12 +1; 12 -2	Відповідає
	реверсивних	9 +2; 9 -1	Відповідає
	ланцюгів освітлення, сигналізації та блокування	10±2	Відповідає
1.2.2	Габаритні, настановні розміри та маса контролера типу КС 305 відповідають вимогам ТУ У 31.6-35216552-001:2011 та складають: маса, кг, не більше 150; Розміри, мм: висота 940±0,5; ширина 474±0,5; глибина 385±0,5		Відповідає
1.3	Контролер типу КС 305 зберігає свої функціональні характеристики у діапазоні кліматичних факторів: 1) значення температури навколишнього повітря від мінус 40 оС до плюс 35 оС; 2) відносна вологість навколишнього повітря (98 ± 2) % з кондесацією вологи при температурі (35 ± 2) оС; 3) запиленість повітря до 300 мг/м3.		Відповідає
1.3.2	У частині впливу механічних чинників довкілля контролер відповідає групі умов експлуатації М25 за ДСТУ ГОСТ 17516.1.		Відповідає
1.3.3	Граничний струм контролера, що відключається, не більше 570 А при напрузі 325 В і індуктивності ланцюга 2,0 мГн.		Відповідає
1.3.4	Критичний струм контролера трохи більше 15 А при напрузі		Відповідає
1.3.5	325 В та індуктивності ланцюга 2,0 мГн.		Відповідає
1.3.6	Контролер має рівень ізоляції 1 за ДСТУ ГОСТ 24719		Відповідає
1.3.7	Опір ізоляції струмопровідних частин щодо корпусу		Відповідає

1	2	3
	контролера, не менше:	
1.3.8	Ізоляція сухого і чистого контролера в холодному стані витримує протягом (60 ± 5) з без пробою та поверхневого перекриття випробувальна напруга 2000 В змінного струму частоти 50 Гц, прикладена між струмоведучими частинами і корпусом, а також між розімкненими контактами силових.	Відповідає
1.3.9	Допустиме перевищення температури зовнішніх частин кожуха контролера при його тривалій роботі в нормальному режимі (струм 200 А) не перевищує 40 ^{o}C.	Відповідає
1.3.10	Механічна зносостійкість контролера, циклів, не менше: 1) для головного барабана – $5x10^5$; 2) для реверсивного барабана – $1x10^4$	Відповідає

Продовження таблиці 3.1

1	2	3
1.3.11	Електрична зносостійкість контролера повинна не менше 2,5 • 10^4 циклів при номінальному струмі і напрузі та індуктивності ланцюга 2,0 мГн. За один цикл контролера приймається послідовне перемикання на всі позиції з поверненням у вихідне положення	Відповідає
1.3.12	Перевищення температури частин контролера над температурою навколишнього повітря 40 оС при навантаженні контролера номінальним струмом повинні не більше: 1) контактів комутуючих - 75 ^{o}C; 2) контактних з'єднань висновків контролера із зовнішніми провідниками - 65 ^{o}C; 3) голих мідних шин 150 - ^{o}C; 4) гнучких сполук – 90 ^{o}C; 5) струмових одношарових котушок - 105 ^{o}C.	Відповідає
1.3.13	Робоче положення контролера вертикальне	Відповідає
1.3.14	Ступінь захисту контролера типу КС 305 - IP54 за ГОСТ 14254 44	Відповідає
1.3.15	Контролер типу КС 305 має механічне блокування, що забезпечує: 1) зняття та перемикання реверсивної рукоятки тільки при нульовому положенні головної рукоятки; 2) поворот головної рукоятки тільки при положенні (наперед) або (назад) реверсивної рукоятки.	Відповідає
1.3.16	Контролер має електричне блокування нульового положення, що унеможливлює повторне включення лінійного контактора на робочих позиціях контролера при перерві в подачі електроенергії в контактній мережі.	Відповідає

1	2	3
1.3.17	Фіксація комутаційного положення головного бара-бана контролера здійснюється механізмом, що забезпечує нерухомість приводу контролера на кожному комутаційному положенні за винятком переходних позицій. Особливо відчутна фіксація перебуває у нульовому положенні.	Відповідає
1.3.18	Напрямок обертання рукоятки приводу головного барабана за годинниковою стрілкою відповідає руху електровоза вперед або назад, а при обертанні проти годинникової стрілки – електродинамічного гальмування.	Відповідає
1.3.19	Виконання контролера нормальне РНІ по ДСТУ ГОСТ 24719	Відповідає
1.3.20	Кріпильні деталі захищені від самовідгвинчування.	Відповідає
1.3.21	Поверхні деталей з чорних металів, крім труться, мають антикорозійні покриття. Частки, що труться, покриті антикорозійним мастилом.	Відповідає
1.3.22	Антикорозійні та лакофарбові покриття за ДСТУ ГОСТ 9.032, ДСТУ ГОСТ 9.104 та стійкі до корозійних агентів, що відповідають атмосфері 2 за ДСТУ ГОСТ 15150.	Відповідає
1.3.23	Для кріплення зовнішніх частин кожуха контролера застосовані деталі кріплення (болти, гвинти, шпильки) діаметром 6 мм.	Відповідає

Продовження таблиці 3.1

1	2	3
1.3.24	Струмопровідні частини затискачів, висновків та контактних з'єднань виконані з міді або латуні.	Відповідає
1.3.25	Діаметр штирьових висновків для приєднання зовнішніх проводів і жил кабелів обрані з розрахунку допустимих струмових навантажень і становлять 6 мм.	Відповідає
1.3.26	Електроізоляційні матеріали, деталі, складальні одиниці контролера, а також шляхи витоку та електричні зазори відповідають вимогам ГОСТ 24719	Відповідає
1.3.27	Оцінка показників надійності та довговічності контролера: 1) середнє напрацювання на відмову, ч. – 2500; 2) середній термін служби до капітального ремонту, м. – 3,0; 3) середній термін зберігання, р. - 2,0.	Відповідає
1.3.28	Контролер має затискач заземлення відповідно до ДСЬУ ГОСТ 24754. Деталі затиску заземлення мають токопровідне антикорозійне покриття.	Відповідає
1.3.29	Кожух контролера в зоні викиду дуги обклеєний ізоляційним матеріалом.	Відповідає
1.4	Комплектність У комплект поставки входить: 1) контролер - 1шт.; 2) паспорт - 1екз.; 3) технічний опис та інструкція з експлуатації – 1 екз.	Відповідає
1.5	Маркування	–
1.5.1	Контролер має маркування відповідно до вимог ДСТУ ГОСТ 18620, ДСТУ ГОСТ 24754.	Відповідає

1	2	3
1.5.2	Маркування містить такі дані: 1) Найменування підприємства виробника, його знак для товарів та послуг, адреса; 2) умовне позначення контролера; 3) порядковий номер; 4) дата виготовлення; 5) основні параметри (згідно з конструкторською документацією); 6) номінальна напруга живлення, номінальний струм, частота; 7) рівень ізоляції; 8) попереджувальний напис: "Відкривати відключивши від мережі"; 9) клас захисту та ступінь захисту; 10) режим роботи; 11) позначення технічних умов.	Відповідає
1.5.3	Місце маркування та розташування маркування доступне для огляду при експлуатації. Маркування знака «РНІ» виконано рельєфними знаками.	Відповідає
1.5.4	Транспортне маркування відповідає вимогам ГОСТ 14192. Маніпуляційні знаки відповідають конструкторській документації на контролер.	Відповідає

Продовження таблиці 3.1

1	2	3
2.1.2	Струмопровідні частини контролера захищені від зіткнення обслуговуючого персоналу під час експлуатації. Експлуатація дозволена лише із закритим кожухом, що має попереджувальний напис «Відкривати, відключивши від мережі».	Відповідає
2.1.3	Контролер має клас захисту від ураження електричним струмом 01 за ГОСТ 12.2.007.0.	Відповідає

3.1 Висновки щодо відповідності конструкції виробу вимогам нормативної документації з безпеки та ергономічності

На підставі результатів випробувань блоку вольтметр-контролер низьковольтний типу КС 305, виробництва ТОВ «ТПГ «Альянс», Україна, на відповідність показникам безпеки встановлено, що його конструкція в цілому відповідає всім вимогам ТУ У 31.6-35216552-001:2011 за пунктами, що поширюються на його конструкцію.

ВИСНОВКИ

Заявлена на сертифікацію продукція ідентифікована у відповідності з представленою документацією як блок вольтметр - контролер низьковольтний типу КС 305, виробництва ТОВ «ТПГ «Альянс», Україна, в кількості 1 шт., виготовлено у 2019 р.

Код ДКПП 31.6.

Результати випробувань блоку вольтметр - контролер низьковольтний типу КС 305, виробництва ТОВ «ТПГ «Альянс», Україна, з метою сертифікації свідчать, що його конструкція відповідає вимогам ТУ У 31.6-35216552-001:2011 за пунктами, що поширюються на його конструкцію.

Перелік нормативних документів на вимоги та методи
їх визначення, на які є посилання в протоколі

Позначення НД	Найменування НД
ТУ У 31.6-35216552-001:2011	Блок вольтметр - контролер низьковольтний типу КС 305. Технічні умови
ДСТУ ГОСТ 24754	Електроустаткування рудничне нормальне. Загальні технічні вимоги та методи випробувань
ДСТУ ГОСТ 24719	Електроустаткування рудничне. Ізоляція, шляхи витоку та електричні зазори. Технічні вимоги та методи випробувань
ДСТУ ГОСТ 17516.1	Електротехнічні вироби. Загальні вимоги щодо стійкості до механічних зовнішніх впливів
ДСТУ ГОСТ 12.2.007.0	Система стандартів безпеки праці. Електротехнічні вироби. Загальні вимоги безпеки
ДСТУ ГОСТ 14254-80	Електротехнічні вироби. Оболонки. Ступінь захисту. Позначення. Методи випробувань
ГОСТ 9.032-74	Єдина система захисту від корозії та старіння. Лакофарбові покриття. Групи, технічні вимоги та позначення
ГОСТ 14192	Маркування вантажів
ГОСТ 15150	Машини, прилади та інші вироби. Виконання для різноманітних кліматичних районів. Категорії, умови експлуатації, зберігання та транспортування

Перелік засобів вимірювальної техніки та випробувального обладнання, які використовувались під час випробувань

Назва показника	Назва приладу	Метрологічні характеристики	Номер приладу
1	2	3	4
Умови випробувань	Психометр аспіраційний МВ-4М	Вологість: 10-100 %, Температура: –10 ºС-+70 ºС; ± 1,5-± 70 %	16320 (605)
	Барометр-анероїд БАММ-1	80-106 кПа 600-800 мм. рт. ст основний - ± 0,2кПа ± 1,5 мм. рт. ст додатковий - ± 0,5кПа ± 3,75 мм. рт. ст	937
	Секундомір СОСпр-2б-2	0-60 хв.; кл. 2 ± 1,8 с за 60 хв.	8161 (605)
Конструкційні параметри	Штангенциркуль ШЦ-ІІІ	0-160 мм; ± 0,05 мм	3411025 (609)
	Лінійка вимірювальна металева 1 м	0 – 1000 мм ± 0,10 мм	4402 (113.30603)
	Рулетка металева Р2 УЗК	$0\text{-}2\cdot10^3$ мм	660
Електрична міцність ізоляції	Універсальна пробійна установка УПУ-10	Спож. пот. 600 ВА, вихід. напр. 0-10 кВ 3 %	0570 (208)
Електричні параметри	Комплект вимірювальний К505	Струм 0,5-600 А, потужність 0,015-360 кВт; кл. 2.	2671 (218)
	Цифровий мультиметр 51 PC520M	Від 0 до 1000 В, (1,2%+4D) від 0 до 10 А, (0,2%+4D)	08035100818
Опір ізоляції	Мегаомметр М1101 М	0-500 Ом, кл. 1, ± 1 %	123858 (627)
Зусилля на органах керування	Динамометр ДПУ-0,01-2	0-0,1 кН кл. 2	564 (651)
Температура поверхонь	Пірометр AMS-640	-30º-+535º від-30º до-20º - ±3º від-20º до 100º - ±2º від 100 до 535º - ±2º	1210000889 (113.30607)
Вплив кліматичних факторів	Кліматотермокамера КТК-800	Від –70 до +90 °С, точність підтримки 0,5 °С, вологість до 100 %	280707

1	2	3	4
Ступінь захисту IP	Випробувальна сфера ВС-14254	Діаметр 50 мм	ВК.004
	Випробувальний стержень ВСт-14254	Діаметр 2,5 мм, довжина 100 мм	ВК.005
	Випробувальна проволока ВП-14254	Діаметр 1,0 мм, довжина 100 мм	ВК.006
	Випробувальний палець ВП-4113	Діаметр (12 0,05) мм, довжина (80 0,2) мм	ВК.001
	Випробувальна шпилька ВШ-4113	Діаметр 3,0 мм, довжина 15,0 мм	ВК.002
	Випробувальний зонд ВЗ-4113	Діаметр (12 0,05) мм, довжина (80 0,2) мм	ВК.003
	Брандспойт Б5-14254	Діаметр на виході 6,3 мм, діаметр на вході 16 мм	202.07
	Брандспойт Б6-14254	Діаметр на виході 12,5 мм, діаметр на вході 16 мм	202.08
	Випробувальний штир ВШ-60065	Діаметр 4 мм, довжина 100 мм	202.24

ВИСНОВКИ

В рамках кваліфікаційної роботи «Забезпечення якості випробувань вольтметру постійного струму» проведено дослідження та отримано наступні реультати:

1. Виконо аналіз та зроблено класифікацію вольтметрів. придатних для вимірювання напруги постійною на виробництві та в лабораторних умовах. Вказано основні технічні характеристики та недоліки застосовуваних методів вимірювання. Обґрунтовані переваги цифрових вольметрів постійного струму, для яких обґрунтована необхідність удосконалення алгоритмів функціонування із застосуванням сучасних методів і засобів синтезу та обробки сигналів.

2. Проаналізовано техніко-метрологічні характеристики вольтметру постійного струму.

3. Проаналізовано нормативну базу щодо випробувань засобів вимірювальної техніки.

4. Проведено аналіз факторів, що впливають на ефективність застосування даного вольтметру.

5. Проаналізовано похибки вимірювання напруги.

6. Наведено розрахунок основної похибки.

7. Запропоновані методи і засоби випробування вольтметру, оцінено похибки.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Закон України про Метрологію та метрологічну діяльність.

2. Закон України про Технічні регламенти та оцінку відповідності.

3. Технічний регламент засобів вимірювальної техніки.

4. МІ 187 «ДСВ. Критерії достовірності та параметри методик перевірки».

5. МІ 188 «ДСВ. Встановлення значень параметрів методик перевірки».

6. РМГ 51-2002 «Документи на методики перевірки засобів вимірювань»..

7. Вимірювання у промисловості [Текст]: Справ. вид. у 3 – х кн. Кн. 2. Способи вимірювання та апаратура: Пер.з нім. / За ред. Профоса П. 2-ге вид., перероб. та дод. - К.: Металургія, 2011 - 384 с.

8. ДСТУ ISO/IEC 17000:2007 Оцінювання відповідності. Словник термінів та основні принципи [Текст] – Введ. 01.04.08. – Київ: Держспоживстандарт України, 2008. – 20 с.

9. ДСТУ ISO/IEC Guide 60:2007 Оцінювання відповідності. Кодекс усталеної практики [Текст] – Введ. 01.01.08. – Київ: Держспоживстандарт України, 2008. – 6 с.

10. ДСТУ ISO/IEC Guide 67:2008 Оцінювання відповідності. Засади сертифікації продукції [Текст] – Введ. 01.01.10. – Київ: Держспоживстандарт України, 2010. – 10 с.

11. Закон України «Про технічні регламенти та оцінку відповідності» від 15.01.2015 р. N 124-VIII [Текст] // Відомості Верховної Ради України (ВВР). – 2015. – №14. – Ст. 96.

12. Закон України «Про підтвердження відповідності» від 2 жовтня 2012 року N 5312-VI [Текст] // Відомості Верховної Ради (ВВР), 2001, N 32, ст. 169.

13. Estimating Uncertainties in Testing: Measurement Good Practice Guide No. 36. - British Measurement and Testing Association. 2003. 39 p.

14. Zakharov, I. and Botsyura, O. Estimation of expanded uncertainty in measurement when implementing a Bayesian approach // Measurement Techniques, 2018, Volume: 61, Issue: 4, pp. 342-346.

15. SO/IEC Guide 98-3:2008 «Uncertainty of measurement – Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM:1995)».

16. ДСТУ-Н РМГ 43-2006. Metrology. Application of the "Guidelines for the Evaluation of Uncertainty in Measurements".