

отриманих значень розходжень не задовольнятимуть критерій $a \leq r$, то можна говорити про прецизійність отриманих результатів в умовах повторюваності.

Правильність в умовах відтворюваності оцінюється за критерієм Фішера і метод вимірювання може вважатися правильним в умовах відтворюваності.

В якості міри для оцінки прецизійності результатів експерименту в умовах відтворюваності використовується межа відтворюваності $R = 2,8 \cdot \sigma_R$ – розходження між двома результатами вимірювань[3]. Виконується порівняння кожного значення різності результатів вимірювань і генерального середнього b_{ij} з R , якщо менше 5 % отриманих значень розходжень b_{ij} не задовольнятимуть критерій $b_{ij} \leq R$, то приймається висновок про дотримання умов прецизійності результатів випробування в умовах відтворюваності.

Ключові слова: нетипові вимірювання, оцінювання точності, БПЛА, ЛПАБ, прецизійність, відтворюваність.

Література

- [1] ДСТУ ISO 5725:2005. Точність (правильність і прецизійність) методів та результатів вимірювання. Частина 1. Основні положення та визначення (ДСТУ ISO 5725-1-2003, IDT). [Чинний від 2006-07-01]. Вид. офіц. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2005. 181 с.
- [2] В. П. Бабак, Б. Г. Марченко, М. Є. Фриз, *Теорія ймовірностей, випадкові процеси та математична статистика*. Київ, Україна: Техніка, 2004.
- [3] В. В. Кухарчук, В. Ю. Кучерук, Є. Т. Володарський, В. В. Грабко, *Основи метрології та електричних вимірювань: підручник*. Херсон, Україна: Олді-плюс, 2013.
- [4] І. М. Яворський, *Математичні моделі та аналіз стохастичних коливань*. Львів, Україна: ФМІ НАНУ, 2013.

УДК 004.415.2

ВІРТУАЛЬНИЙ ЛАБОРАТОРНИЙ ПРАКТИКУМ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕРМОПАР

Морозова М. М.,

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, Україна

E-mail: mariia5178@gmail.com

ВСТУП

Наразі використання віртуальних лабораторних практикумів є дуже актуальним, що обумовлюється ситуацією в Україні та можливістю отримання студентами знань та навичок під час опанування тої чи іншої дисципліни дистанційно при асинхронному чи синхронному режимах навчання.

У даному віртуальному лабораторному практикумі (ВЛП) виконуються наступні досліді:

- Визначення номінальних статичних характеристик перетворення;
- Визначення характеристик термодпар для заданих значень температур холодних спаїв;

- Визначення і встановлення необхідних коефіцієнтів ланцюга компенсації температури холодних спайв.

У ВЛП реалізовано наступні моделі віртуальних приладів і макетів:

- Набір термопар;
- Об'єкт з регульованою робочою температурою;
- Термометр;
- Макет, що забезпечує відповідну схему підключення термопар.

Віртуальні експерименти реалізовано на основі віртуальних приладів, спроєктованих за допомогою середовища LabVIEW, на програмний компонент отримано свідоцтво авторського права [1].

ХІД ВИКОНАННЯ ВІРТУАЛЬНИХ ДОСЛІДІВ

Хід виконання Дослід 1 "Визначення номінальних статичних характеристик перетворення" включає наступні етапи.

1. Для кожного з трьох типів термопар (Т – Мідь-константан; К – Хромель-алюмель; Е – Хромель-константан) визначити номінальні статичні характеристики перетворення.

1.1. Включити програму в режимі циклічного (тривалого) виконання, натиснувши на іконку з двома стрілками (див. рис. 1).

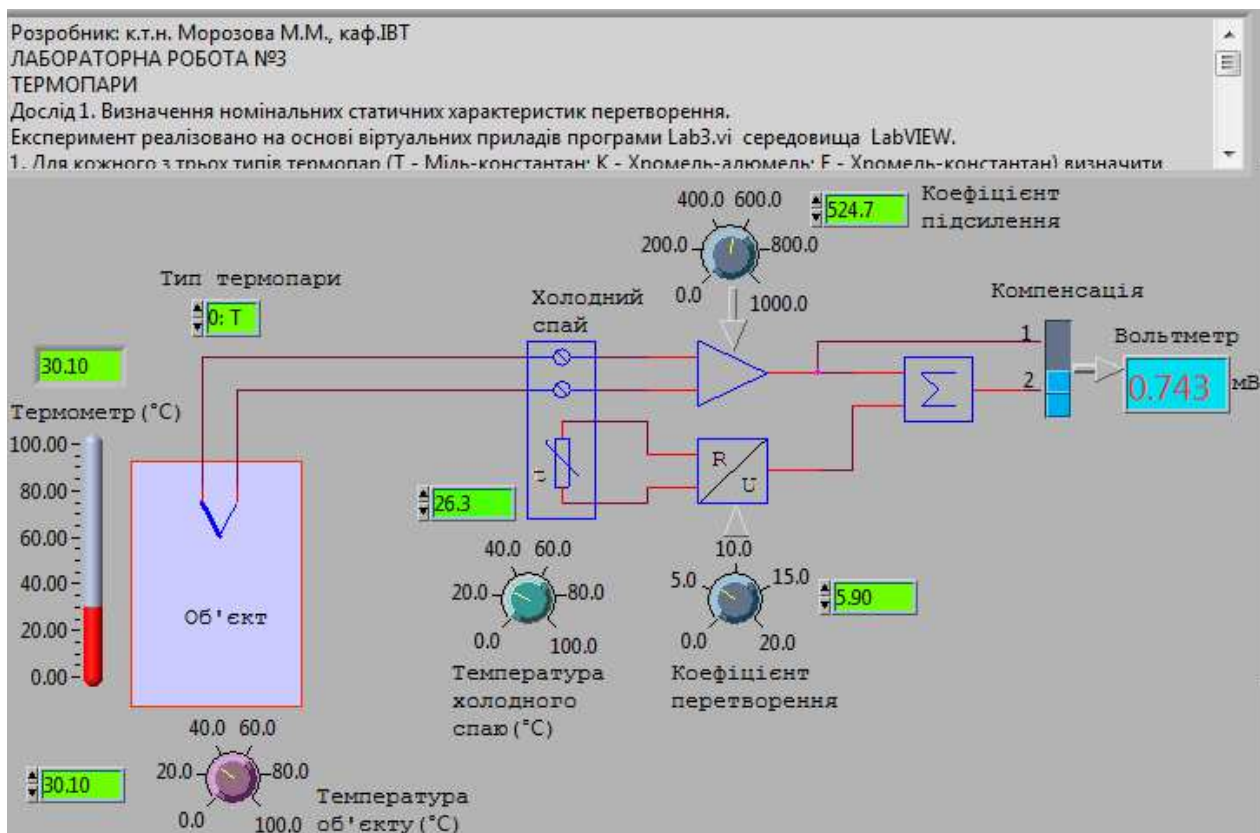


Рисунок 1. Вид ВЛП для дослідження термопар

1.2. Встановити перемикач "Компенсація" в положення 1.

1.3. Встановити повзуном на регуляторі "Температура холодного спаю" значення, що дорівнює 0°C .

1.4. Встановити повзуном на регуляторі "Коефіцієнт підсилення" значення, що дорівнює 1000.

1.5. Регулюючи температуру об'єкту повзуном на регуляторі "Температура об'єкту" в діапазоні від 0°C до 100°C , для кількості не менше, ніж 10 точок, визначити значення вихідної напруги Вольтметра (у мВ).

1.6. Усі дані (значення вихідної напруги Вольтметра, що відповідають певним значенням температури об'єкту для відповідних типів термопар) записати у таблиці.

Хід виконання Досліду 2 "Визначення характеристик термопар для заданих значень температур холодних спаїв" включає наступні етапи.

2. Визначити характеристики вказаних термопар (Т – Мідь-константан; К – Хромель-алюмель; Е – Хромель-константан) для заданих значень температур холодних спаїв.

2.1. Встановити задану температуру холодного спаю.

2.2. Регулюючи температуру об'єкту в діапазоні від 0°C до 100°C , для кількості не менше, ніж 10 точок, визначити значення вихідної напруги Вольтметра (у мВ).

2.3. Усі дані (значення вихідної напруги Вольтметра, що відповідають певним значенням температури об'єкту для відповідних типів термопар) записати у таблиці.

Хід виконання Досліду 3 "Визначення і встановлення необхідних коефіцієнтів ланцюга компенсації температури холодних спаїв" включає наступні етапи.

3. Для певного значення вихідної напруги Вольтметра, що відповідає максимальній вимірюваній температурі (яку встановлювали в Досліді 1), підібрати і встановити необхідний коефіцієнт підсилення і необхідний коефіцієнт перетворення вузла R/U у ланцюзі компенсації температури холодних спаїв для заданих термопар. Розрахунок виконати за умови, що температура холодних спаїв змінюється в діапазоні від 10°C до 30°C . Як датчик температури холодних спаїв використовується мідний терморезистор.

3.1. Встановити перемикач "Компенсація" в положення 1.

3.2. Встановити повзуном на регуляторі "Температура об'єкту" значення, що дорівнює 100°C .

3.3. Регулюванням повзуна "Коефіцієнт підсилення" та повзуна "Температура холодного спаю" встановити вихідну напругу, що відповідає максимальній вимірюваній температурі (яку встановлювали в Досліді 1) для кожної з трьох типів термопар. Записати у таблиці значення отриманих Коефіцієнтів підсилення та Температури холодного спаю для кожної з трьох типів термопар.

3.4. Встановити перемикач "Компенсація" в положення 2. Для кожної з трьох типів термопар та отриманих у п.3.3 значень Коефіцієнтів підсилення та Температури холодного спаю на регуляторі "Температура об'єкту" потрібно встановити значення, що дорівнює 0 °С.

3.5. Записати у таблиці значення вихідної напруги Вольтметра, що відповідають значенню температури об'єкту 0 °С для відповідних типів термопар.

3.6. Регулюванням повзуна "Коефіцієнт перетворення" встановити необхідні коефіцієнти перетворення вузла R/U у ланцюзі компенсації температури холодних спаїв при значенні температури об'єкту 0 °С для відповідних типів термопар. Значення на регуляторах "Коефіцієнт підсилення" та "Температура холодного спаю" повинні дорівнювати значенням, отриманим у п.3.3.

3.7. Записати у таблиці значення вихідної напруги Вольтметра, що відповідають значенню температури об'єкту 0 °С для відповідних типів термопар та коефіцієнтів перетворення.

Згідно отриманих даних експериментів студентам потрібно побудувати графічні залежності, зробити висновки щодо отриманих залежностей, визначити максимальні абсолютні похибки вимірювання температури в заданих діапазонах температур, використовуючи дані зі стандартних градуювальних таблиць [2] (або стандартних графіків) та порівнюючи їх з отриманими даними.

Ключові слова: віртуальний, лабораторний практикум, термopара.

Література

- [1] М.М. Морозова, *Комп'ютерна програма «Lab-3-THERMO»*, свід. авт. права на твір Україна, №108858/АП/21; опубл. 23.10.2021, Бюл. № 66.
- [2] Таблиця. Градування термопар. [Електронний ресурс]. Доступно: <https://evk.com.ua/reference/med-konstantan-termopara-graduivka.html>

УДК 615.47

ОСОБЛИВОСТІ ОСЦИЛОМЕТРИЧНОГО МЕТОДУ ВИМІРЮВАННЯ АРТЕРІАЛЬНОГО ТИСКУ

Більчук Н. О., Морозова М. М.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, Україна

E-mail: nadia.bilchuk@gmail.com, mariia5178@gmail.com

ВСТУП

У [1] було розглянуто поширені методи вимірювання артеріального тиску, серед яких слід звернути особливу увагу на осцилометричний метод. Осцилометричний метод вимірювання артеріального тиску (АТ) за допомогою автоматизованої манжети забезпечує дійсні оцінки середнього тиску, але залишаються під сумнівом оцінки систолічного та діастолічного артеріальних тисків (САТ, ДАТ). Існуючі алгоритми є чутливими до відмінностей пульсового тиску та жорсткості артерії. Деякі з них є суворо охоронюваною комерційною