

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИНК

В.Н. Бориков

«__» _____ 2017г.

Лабораторная работа №5

Обработка результатов косвенных измерений при
наличии в погрешности измерения случайной
составляющей

Томск – 2017

Цель работы:

1. Рассмотреть и закрепить навыки расчета случайных погрешностей и представления результатов измерений.

Лабораторная работа выполняется на виртуальном стенде №10, сконструированном в инженерной среде графического программирования LabVIEW. Лабораторный стенд размещен на персональной странице преподавателя Вавиловой Г.В. вместе с методическими указаниями к выполнению лабораторной работы.

1. Описание лабораторного стенда №10

Виртуальный лабораторный стенд имитирует измерительный эксперимент, предназначенный для определения мощности резистора методом амперметра-вольтметра. Схема эксперимента представлена на рисунке 1.

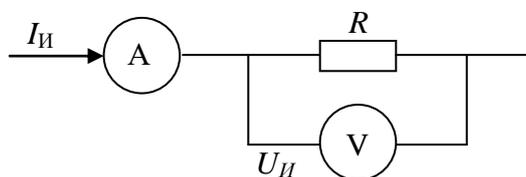


Рисунок 1 – Схема измерения мощности по методу амперметра и вольтметра

Лабораторный стенд №10 (рисунок 2) содержит:

- цифровой индикатор действительного значения электрического тока I_d , протекающего через резистор R ;
- индикатор среднего квадратического отклонения погрешности амперметра при многократных измерениях тока $СКО_I$;
- индикатор действительного значения падения напряжения U_d на нагрузке R ;
- индикатор среднего квадратического отклонения $СКО_U$ погрешности вольтметра при многократных измерениях напряжения;
- индикатор действительного значения мощности P_d , выделяющейся на нагрузке R ;
- индикатор экспериментально полученного среднего квадратического отклонения $СКО_P$ погрешности измерения мощности;
- массив показаний амперметра $I_{и}$ при многократных измерениях тока;
- массив показаний вольтметра $U_{и}$ при многократных измерениях напряжения;
- массив вычисленных значений мощности $P_{и} = U_{и} \cdot I_{и}$ при многократных измерениях;
- индикаторы средних значений тока I_c , напряжения U_c и мощности P_c ;
- переключатель для включения стенда в работу.

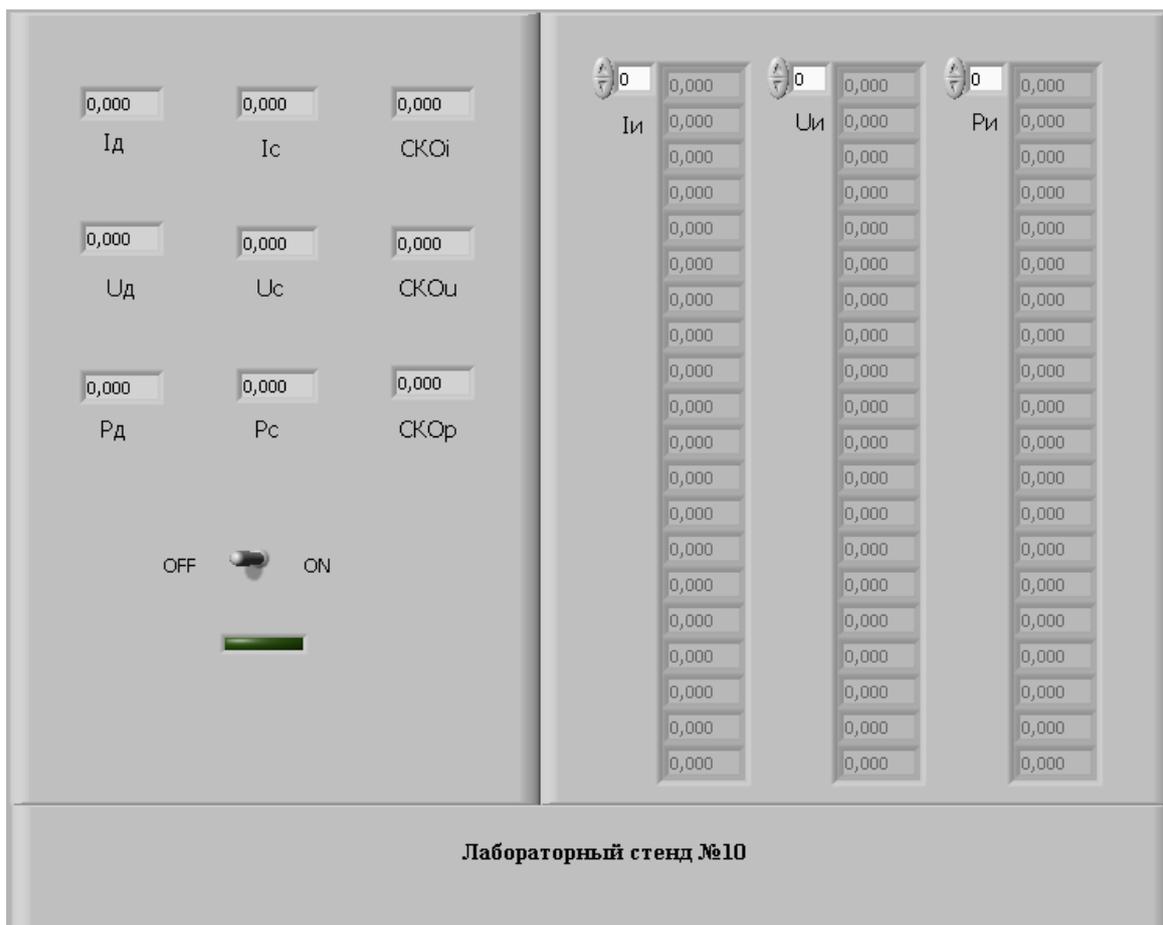


Рисунок 2 – Лабораторный стенд №10

2. Порядок выполнения работы

1. Инструментом «палец» посредством кнопки «стрелка» на панели инструментов запустить программу измерительного эксперимента, предварительно установив переключатель в положение «on».

2. В процессе эксперимента ток и напряжение автоматически последовательно измеряются 20 раз и отображаются в массивах данных $I_{и}$ и $U_{и}$. Все промежуточные вычисления также рассчитываются в автоматическом режиме и отображаются на лицевой панели стенда. После завершения программы показания цифровых индикаторов занести в таблицу 1.

Таблица 1

I_c	$I_{д}$	SKO_I	U_c	$U_{д}$	SKO_U	$P_{д}$	P_c	SKO_P

Среднего квадратического отклонения SKO_X показаний рассчитывается по формуле

$$SKO_X = \sqrt{\frac{\sum (\bar{x} - x_i)^2}{n \cdot (n - 1)}},$$

где x - измеряемая величина;

n – число измерений.

3. Рассчитать инструментальные погрешности средств измерения. Амперметр и вольтметр имеют инструментальную погрешность, заданную классом точности.

3.1 Класс точности вольтметра $\gamma_{\text{кл}} = 1.0$ (у вольтметра в инструментальной погрешности преобладает аддитивная составляющая), верхний предел измерения вольтметра 10В.

Границы инструментальной погрешности вольтметра:

$$\gamma_{\text{кл}} = 100 \frac{\Delta U_m}{U_m}, \quad \Delta U_m = \frac{1}{100} \gamma_{\text{кл}} U_m \quad (1)$$

где U_m – верхний предел измерения.

3.2 Класс точности амперметра $\delta_{\text{кл}} = 1.0$ (у амперметра преобладает мультипликативная составляющая инструментальной погрешности).

Границы инструментальной погрешности амперметра

$$\delta_{\text{кл}} = 100 \frac{\Delta I_m}{I_c}, \quad \Delta I_m = \frac{1}{100} \cdot \delta_{\text{кл}} I_c \quad (2)$$

где I_c - среднее значение тока, берётся из таблицы 1,

$$I_c = \frac{1}{20} \sum_1^{20} I_i. \quad (3)$$

4. Рассчитать случайные погрешности прямых измерений.

$$\Delta_{\text{сл}} = t \cdot \sigma_{\bar{X}}, \quad (4)$$

где t – коэффициент Стьюдента;

$\sigma_{\bar{X}}$ - Среднего квадратического отклонения для требуемой измеряемой величины (см. таблицу 1).

5. Рассчитать суммарные погрешности для каждого из прямых измерений.

$$\Delta_{\Sigma} = \sqrt{\Delta X_m^2 + \Delta_{\text{сл}}^2} \quad (5)$$

6. Рассчитать погрешность косвенного измерения емкости.

$$\Delta P_m = \sqrt{\left(\frac{\partial P}{\partial I} \Delta I_{\Sigma}\right)^2 + \left(\frac{\partial P}{\partial U} \Delta U_{\Sigma}\right)^2} \quad (6)$$

6.1. Рассчитать весовые коэффициенты погрешностей амперметра и вольтметра:

$$k_U = \frac{\partial P}{\partial U} = \frac{\partial(U_c I_c)}{\partial U} = I_c, \quad k_I = \frac{\partial P}{\partial I} = \frac{\partial(U_c I_c)}{\partial I} = U_c \quad (7)$$

Средние значения тока I_c и напряжения U_c берутся из таблицы 1.

Погрешность измерения мощности рассчитывается по формуле 6 при использовании результатов вычислений по формулам 4, 5 и 7.

7. Результат измерения мощности по данным измерительного эксперимента представить в виде

$$P = P_C \pm \Delta P_m \quad (8)$$

8. Сравнить измеренное значение мощности $P_{и}$ с действительным значением мощности

$$P_{д} = U_{д} I_{д}$$

В отчёте представить:

1. Порядок вычисления и значения величин, представленных в таблице 1.
2. Результат измерения мощности.
- 3 Объяснение результаты сравнения между величинами P и $P_{д}$.

Литература

1. Жуков В.К. Теория погрешности технических измерений: учебное пособие. – Томск: ТПУ, 2009г. – 180с.
2. Вавилова Г.В. Математическая обработка результатов измерения: учебно-методическое пособие. – Томск: ТПУ, 2013. – 160 с.
3. Садовский, Г.А. Теоретические основы информационно-измерительной техники : учеб. пособие для вузов по направлению подгот. "Приборостроение" и специальности "Информационно-измерительная техника и технологии" / Г. А. Садовский. - М. : Высш. шк., 2008. - 477с.