

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

---

Ю.К. Атрошенко, Е.В. Кравченко

**ИССЛЕДОВАНИЕ МОСТОВОЙ СХЕМЫ ИЗМЕРЕНИЯ  
СОПРОТИВЛЕНИЯ**

Издательство  
Томского политехнического университета  
2014

УДК 006 (076.6)  
ББК30.10я73  
А927

**Атрошенко Ю.К.**

Исследования мостовой схемы измерения сопротивления. Методические указания к выполнению лабораторных работ / Ю.К. Атрошенко, Е.В. Кравченко; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 12 с.

В пособии приведены сведения об измерении электрического сопротивления мостовым методом. Лабораторная работа содержит индивидуальные варианты заданий. Методические указания предназначены для студентов, обучающихся по направлениям 140400 (13.03.02) «Электроэнергетика и электротехника».

**УДК 006 (076.6)**  
**ББК30.10я73**

*Рецензенты*

Доктор технических наук, профессор ТГАСУ

*Мамонтов Г.Я.*

Доцент ФГОУ ДПО «Академия стандартизации, метрологии и сертификации (учебная)»

*Волошенко А.В.*

© ФГБОУ ВПО НИ ТПУ, 2014

© Атрошенко Ю.К., Кравченко Е.В.

© Обложка. Издательство Томского политехнического университета, 2014

## Введение

Цель работы заключается в изучении метода измерения сопротивления с помощью мостовой схемы измерения, исследования чувствительности и точности мостовой схемы измерения.

Задачами лабораторной работы являются:

- изучение принципа действия мостовой схемы измерения сопротивления;
- проведение серии экспериментов для различных значений измеряемого сопротивления;
- определение чувствительности мостовой схемы измерения сопротивления.

## Мостовой метод измерения сопротивления

Мостовые схемы позволяют с высокой точностью измерять активные сопротивления на постоянном и переменном токе, реактивные сопротивления на переменном токе. Схема моста показана на рис. 1.

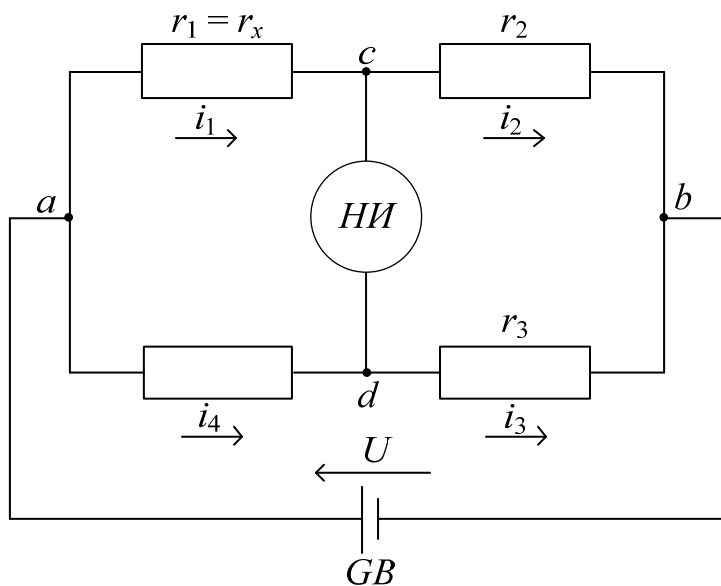


Рис. 1. Схема моста постоянного тока

В плечо  $r_1$  включен резистор с измеряемым сопротивлением  $r_x$ , остальные плечи ( $r_1, r_2, r_3$ ) состоят из мер и магазинов сопротивлений. Если сопротивление плеч подобрать так, что будут выполняться равенства:

$$\begin{aligned} i_1 \cdot r_1 &= i_4 \cdot r_4, \\ i_2 \cdot r_2 &= i_3 \cdot r_3, \end{aligned} \quad (1)$$

то разность потенциалов узлов  $c$  и  $d$ , между которыми включен нулевой индикатор  $НИ$ , станет равной нулю. Мост, работающий в режиме нулевого отклонения указателя индикатора  $НИ$ , называется уравновешенным. Равновесие моста достигается изменением сопротивлений плеч  $r_2$  и  $r_4$ . Из выражения (1) получено соотношение:

$$\frac{i_1 \cdot r_1}{i_2 \cdot r_2} = \frac{i_4 \cdot r_4}{i_3 \cdot r_3}, \quad (2)$$

Т.к. в состоянии равновесия токи  $i_1 = i_2$  и  $i_3 = i_4$ , уравнение равновесия моста:

$$r_1 \cdot r_3 = r_2 \cdot r_4 \text{ или } r_x = r_1 = \frac{r_2 \cdot r_4}{r_3}. \quad (3)$$

Точность измерений с помощью мостовой схемы зависит от чувствительности мостовой схемы.

Чувствительность моста определяется отношением изменения выходного сигнала к вызвавшему его изменению входного сигнала, например, отношением изменения показаний гальванометра к изменению сопротивления одного из плеч моста:

$$S = \frac{\Delta U}{\Delta r}. \quad (4)$$

### Порядок выполнения работы

Эксперимент № 1 «Измерение сопротивления с помощью мостовой измерительной схемы»

Собрать электрическую схему, представленную на рис. 2.

***Все коммутации проводить при выключенном питании лабораторной установки и выключенном мультиметре!***

1. Подключить контакт К4 «+15 В» выхода стабилизированного источника питания панели «Блок питания» к контакту К1.2 панели «Наборное поле».
2. Подключить контакт К3 выхода стабилизированного источника питания панели «Блок питания» к контакту К3.2 панели «Наборное поле».
3. Соединить контакт К1.1 панели «Наборное поле» с контактом «0» Магазина сопротивлений.
4. Соединить контакт «99999,9» Магазина сопротивлений с контактом К4.3 панели «Наборное поле».
5. Соединить контакт К4.1 панели «Наборное поле» с контактом К5.1 сопротивления R1 панели «Наборное поле»

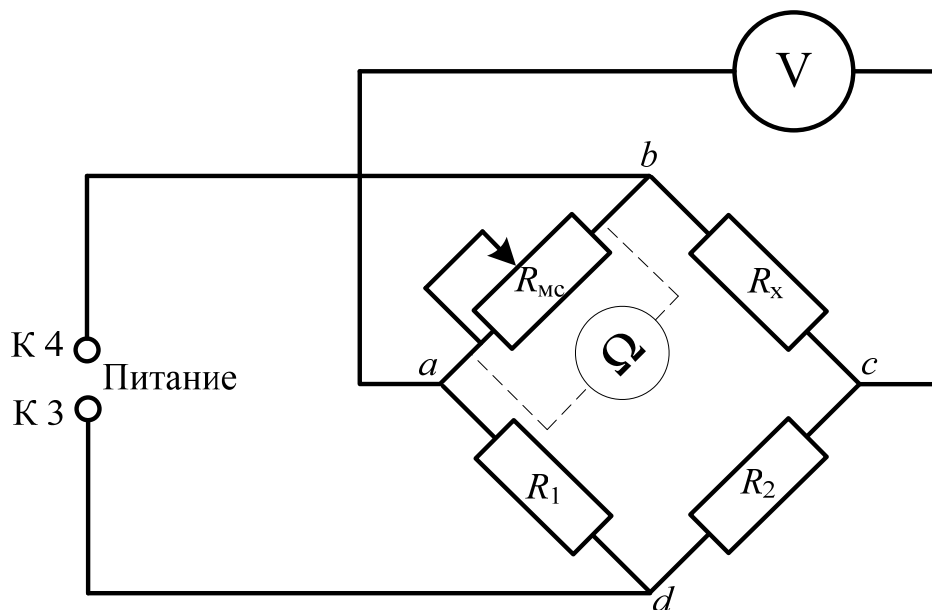


Рис. 2. Схема экспериментальной цепи

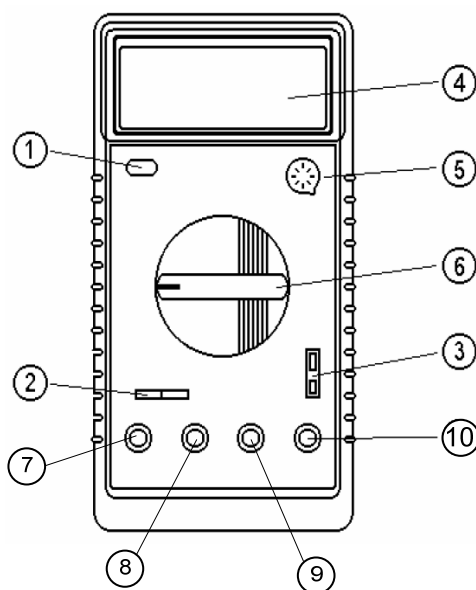


Рис. 3. Схема лицевой панели цифрового мультиметра Mastech MY64:  
 1 – кнопка включения питания; 2 – гнездо для измерения подключения электрических конденсаторов; 3 – гнездо для измерения температуры; 4 – ЖК дисплей; 5 – гнездо подключения транзисторов; 6 – переключатель функций; 7 – гнездо для подключения щупа при измерении силы тока до 10 А; 8 – гнездо для подключения щупа при измерении силы тока до 200 мА; 9 – гнездо COM; 10 – гнездо для подключения щупа при измерении напряжения, частоты, сопротивления

6. Соединить контакт К6.1 сопротивления R1 панели «Наборное поле» с контактом К3.3 панели «Наборное поле».

7. Соединить контакт К1.3 панели «Наборное поле» с контактом К22.1 переменного сопротивления  $R_x$  панели «Наборное поле».
8. Соединить контакт К24.1 переменного сопротивления панели «Наборное поле» с контактом К2.1 панели «Наборное поле».
9. Соединить контакт К2.3 панели «Наборное поле» с контактом К8.2 сопротивления R2 панели «Наборное поля».
10. Соединить контакт К7.1 сопротивления R2 с контактом К3.1 панели «Наборное поле».
11. Соединить контакт К4.2 панели «Наборное поле» с гнездом 10 мультиметра (рис. 3).
12. Соединить гнездо 9 мультиметра (рис. 3) с контактом К2.2 панели «Наборное поле».
13. Перевести Мультиметр в режим измерения постоянного напряжения, предел измерения 20 В.
14. Убедиться в том, что все переключатели магазина сопротивлений находятся на отметке 0.
15. Повернуть регулятор сопротивления  $R_x$  панели «Наборное поле» против часовой стрелки до упора.
16. Повернуть регулятор сопротивления  $R_x$  панели «Наборное поле» по ходу часовой стрелки на  $20^\circ$ .
17. Включить питание лабораторной установки, Мультиметр.
18. Используя переключатели магазина сопротивлений, подобрать такое значение сопротивления, при котором напряжение в измерительной диагонали моста будет отсутствовать и на экране Мультиметра значение напряжения будет равно 0 В.
19. Значение сопротивления магазина сопротивлений занести в табл. 1.24.
20. Повторить измерения для значений  $\varphi_i$  угла поворота регулятора сопротивления (см. табл. 1).

Таблица 1

*Результаты экспериментальных и расчетных данных  
эксперимента № 1*

Угол поворота регулятора сопротивления, $^\circ$	Значение сопротивления по магазину сопротивления, Ом
20	
40	
60	
80	
100	
120	

140	
160	
180	

### Эксперимент № 2 «Определение чувствительности мостовой схемы»

1. Для измерения используется цепь, представленная на рис. 2. Для сбора экспериментальной цепи необходимо повторить действия по п.п. 1-15 порядка проведения эксперимента № 1. Затем установить регулятор сопротивления  $R_x$  панели «Наборное поле» в среднее положение.
2. Используя переключатели магазина сопротивлений, подобрать такое значение сопротивления, при котором напряжение в измерительной диагонали моста будет отсутствовать и на экране Мультиметра значение напряжения будет равно 0 В.
3. Увеличить значение сопротивления магазина сопротивлений на 1000 Ом, значение напряжения, которое при этом установится на Мультиметре занести в табл. 2.
4. Увеличивая значение сопротивления магазина сопротивлений на величину  $\Delta R_i$  Ом, заносить показания Мультиметра в табл.2.

Таблица 2

#### Результаты экспериментальных и расчетных данных

№ эксп.	Показания мультиметра, В	Изменение сопротивления $\Delta R_i$ , Ом	Изменения напряжения $\Delta U_i$ , В	Чувствительность моста S
1		$\Delta R_1 = +1000$		
2		$\Delta R_2 = +100$		
3		$\Delta R_3 = +10$		
4		$\Delta R_4 = +1$		
5		$\Delta R_5 = +0,1$		

#### Порядок обработки экспериментальных данных

1. По данным таблицы 2 определить чувствительность моста по формуле (4), полученные значения занести в таблицу 2.
2. Для полученных значений чувствительности моста определить математическое ожидание по формуле:

$$M_x = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i . \quad (5)$$

3. Для полученных значений чувствительности моста определить дисперсию по формуле:

$$D_x = \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (x_i - M_x)^2. \quad (6)$$

4. Для полученных значений чувствительности моста определить среднеквадратичное отклонение по формуле:

$$\sigma_x = \pm \sqrt{D_x}. \quad (7)$$

### Содержание отчета

Отчет по лабораторной работе должен содержать:

- 1) описание принципа работы мостовой измерительной схемы;
- 2) порядок выполнения работы;
- 3) порядок обработки экспериментальных данных;
- 4) таблицы, содержащие результаты экспериментов и расчетов;
- 5) ответы на контрольные вопросы.

### Контрольные вопросы

1. Чему равно сопротивление резистора  $R_4$  (см. рис. 1.17) уравновешенного моста в противоположными плечами  $r_1 = 1,5$  кОм,  $r_3 = 2$  кОм;  $r_2 = 0,3$  кОм?
2. Определить чувствительность моста с сопротивлением плеч  $R = 2$  кОм, если при изменении сопротивления одного из плеч уравновешенного моста на 0,1 % напряжение в измерительной диагонали изменилось на 5 мВ?
3. В чем заключается условие равновесия измерительного моста?
4. К какому методу прямых измерений относится мостовой метод измерения сопротивления?



Учебное издание

АТРОШЕНКО Юлиана Константиновна  
КРАВЧЕНКО Евгений Владимирович

Подписано к печати 12.11.2013. Формат 60x84/16. Бумага «Снегурочка».  
Печать XEROX. Усл.печ.л. 9,01. Уч.-изд.л. 8,16.  
Заказ . Тираж 5 экз.


Национальный исследовательский Томский политехнический университет

Система менеджмента качества

Издательства Томского политехнического университета сертифицирована

NATIONAL QUALITY ASSURANCE по стандарту BS EN ISO 9001:2008



ИЗДАТЕЛЬСТВО  ТПУ. 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30  
Тел./факс: 8(3822)56-35-35, www.tpu.ru