

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования

«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ  
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

---

УТВЕРЖДАЮ

Проректор-директор ЭНИН

к.т.н., доцент

\_\_\_\_\_ Ю.С. Боровиков

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2012 г.

Ю.К. Кривогузова

**ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ИЗМЕРЕНИЯ  
ПОСТОЯННОГО ТОКА И НАПРЯЖЕНИЯ**

Методические указания к выполнению лабораторной работы по дисциплине  
«Метрология, стандартизация и сертификация» для студентов направления  
140400 «Электроэнергетика и электротехника»

Издательство

Томского политехнического университета

2012

УДК 621.317.3

Исследование методов измерения постоянного тока и напряжения.

Методические указания к выполнению лабораторной работы по дисциплине «Метрология, стандартизация и сертификация» для студентов направления 140400 – Электроэнергетика и электротехника / Ю.К. Кривогузова, Томский политехнический университет. – Томск: Издательство Томского политехнического университета, 2012. – 10 с.

Методические указания рассмотрены и рекомендованы методическим семинаром кафедры автоматизации теплоэнергетических процессов «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2012 г.

Заведующий кафедрой АТП,  
канд. техн. наук, доцент \_\_\_\_\_ И.П. Озерова

Председатель учебно-методической  
комиссии \_\_\_\_\_ В.С. Андык

© ГОУ ВПО НИ ТПУ, 2012

© Кривогузова Ю.К., 2012

© Оформление. Издательство Томского  
политехнического университета, 2012.

## **ВВЕДЕНИЕ**

Цель работы заключается в изучении различных видов измерений, а также в практическом освоении прямых и косвенных методов измерения электрических величин (постоянного тока и напряжения).

Задачами лабораторной работы являются:

- изучение классификации измерений;
- измерение величины постоянного тока прямым и косвенным методами;
- измерение величины напряжения постоянного тока прямым и косвенным методами.

## **КЛАССИФИКАЦИЯ ИЗМЕРЕНИЙ**

Измерения классифицируются по нескольким признакам, наиболее важные из которых представлены в виде схемы на рис. 1.

По первому признаку измерения подразделяются на статические, при которых измеряемая величина (ИВ) остаётся постоянной во времени в процессе измерения, и динамические, при которых ИВ изменяется в процессе измерения.

Классификация по второму признаку является в большей степени условной, однако широко применяется в измерительной технике.

По третьему признаку измерения подразделяются на 3 класса:

Измерения максимальной возможной точности, достижимой при современном уровне техники – это измерения, связанные с созданием и воспроизведением эталонов.

Контрольно–поверочные измерения – измерения, погрешности которых не должны превышать заданного значения. Такие измерения осуществляются в основном государственными и ведомственными метрологическими службами и ремонтными организациями.

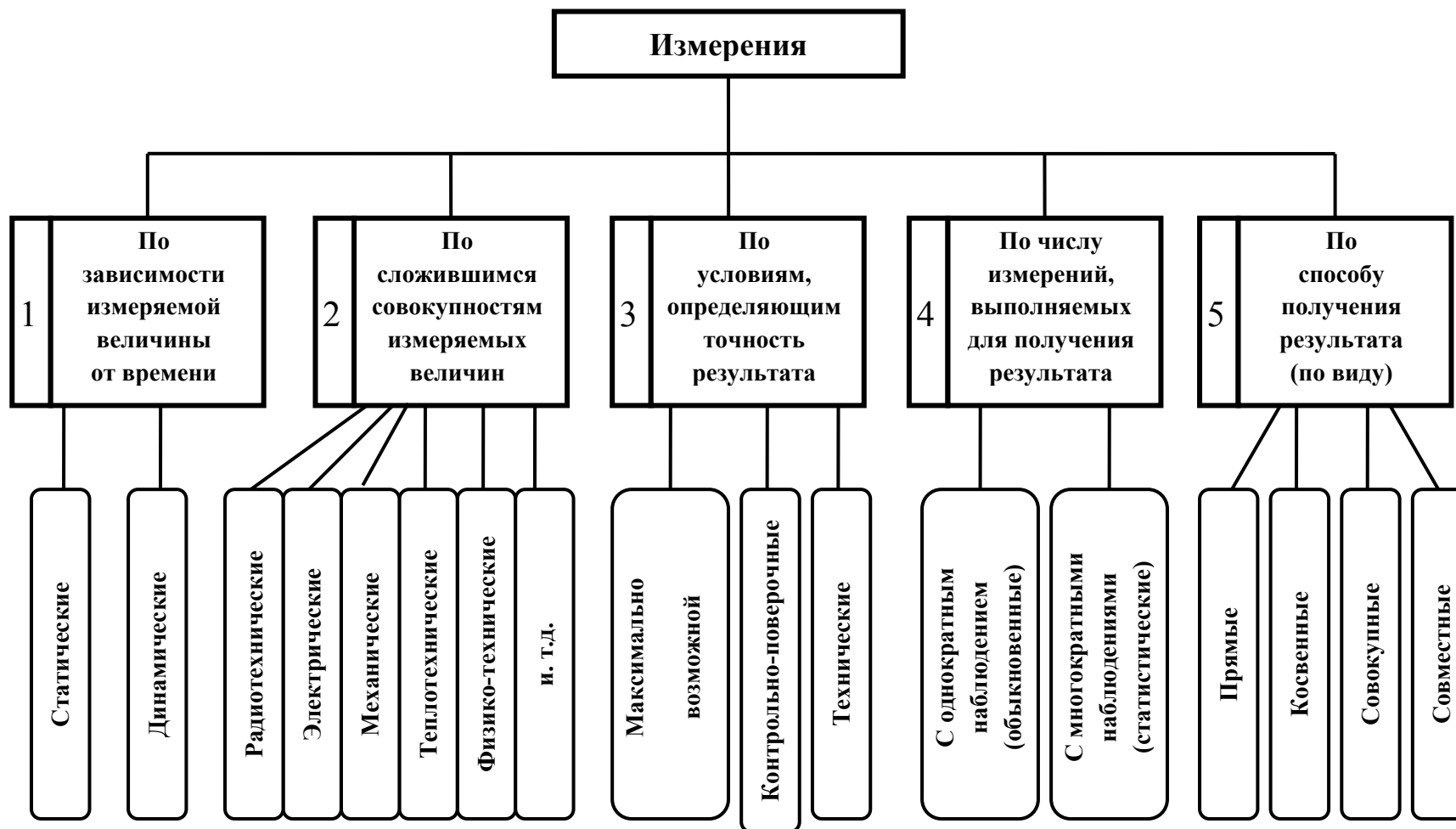


Рисунок 1 – Классификация измерений

Технические измерения – измерения, в которых погрешность результата определяется метрологическими характеристиками средств измерения. Технические измерения являются наиболее распространёнными и выполняются во всех отраслях хозяйства и науки.

По четвертому признаку измерения классифицируются в зависимости от числа наблюдений многократные и однократные.

Под наблюдением понимают экспериментальную операцию, выполняемую в процессе измерения, в результате которой получают одно значение из серии значений величин, подлежащих совместной обработке для получения результата измерений.

По пятому признаку измерения подразделяются в зависимости от вида уравнения измерения, что и определяет способ получения результата.

Прямыми называют измерения, при которых искомое значение величины находят непосредственно из опытных данных (по показаниям ИП).

Косвенными называют измерения, при которых искомое значение величины находят на основании известной зависимости между этой величиной и величинами, измеренными прямым методом.

$$Y = f(x_1, x_2, \dots, x_n, \tau), \quad (1)$$

где  $Y$  – искомая, косвенно измеренная величина;

$x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$  – величины, измеренные прямым методом;

$\tau$  – время.

Совокупными называют производимые одновременно измерения нескольких одноимённых величин, при которых искомые значения величины находят решением системы уравнений, получаемых при прямых измерениях различных сочетаний этих величин или ряда других величин, функционально связанных с измеряемыми.

Совместными называют проводимые одновременно измерения двух или нескольких разноимённых величин для нахождения зависимости между ними. Примером совместных измерений может служить измерение тепловой энергии по температуре, давлению и расходу теплоносителя, определение

удельного электрического сопротивления проводника по его сопротивлению, длине и площади поперечного сечения.

## ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

### 1. Прямой метод измерения напряжения постоянного тока

Для прямого измерения напряжения постоянного тока необходимо собрать схему, приведенную на рис. 2.

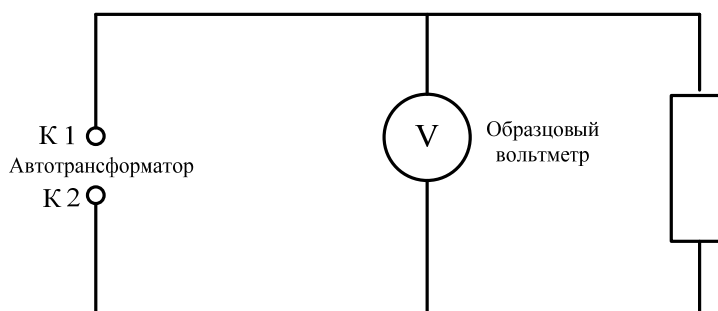


Рисунок 2 – Схема экспериментальной цепи

Порядок сборки схемы экспериментальной цепи:

**Внимание! Все коммутации осуществлять при выключенном электропитании лабораторной установки с помощью сетевых автоматов АВ1 и АВ2 блока питания.**

1. Установить регулятор Р2 «Установка +U» в крайнее левое положение.
2. Соединить контакт К5.1 резистора R1 Наборного поля с общим контактом К7 Блока питания.
3. Соединить контакт К6.1 резистора R1 Наборного поля с контактом «0...+15В» К8.
4. Установить переключатель режима работы Мультиметра в положение измерения **постоянного напряжения**, предел измерения 20 В.
5. Соединить общий контакт измерения Мультиметра СОМ с контактом К5.2 резистора R1 Наборного поля (5 рис. 1.2).
6. Соединить контакт измерения VΩHz с контактом К6.2 резистора R1 Наборного поля.

7. Включить электропитание лабораторной установки (установить переключатели сетевых автоматов АВ1 и АВ2 вверх), мультиметр.
8. Плавно поворачивать регулятор «Установка +U» по часовой стрелке, изменяя величину измеряемого напряжения. Показания мультиметра занести в таблицу 1.

Таблица 1 – результаты измерения постоянного напряжения

Угол поворота регулятора P2 «Установка +U», °	Результаты прямого измерения напряжения, В	Результаты косвенного измерения напряжения, В
0		
60		
120		
180		

## 2. Косвенный метод измерения напряжения постоянного тока

Напряжение и ток в цепи постоянного тока связаны законом Ома:

$$U = I \cdot R, \quad (2)$$

где  $U$  – искомое значение напряжения, В,

$I$  – измеренное значение постоянного тока, А,

$R$  – известное значение сопротивления, Ом.

следовательно, величину напряжения постоянного тока в цепи можно оценить, измерив величину тока в цепи.

Для косвенного измерения напряжения постоянного тока цепи необходимо собрать схему:

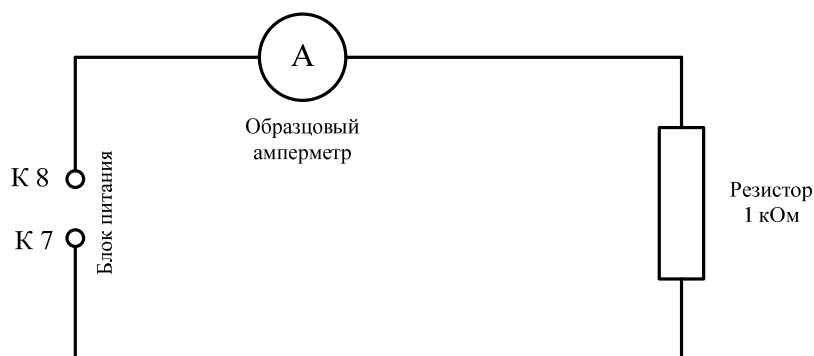


Рисунок 3 – Схема экспериментальной цепи

Порядок сборки схемы экспериментальной цепи:

1. Установить регулятор P2 «Установка +U» в крайнее левое положение.
2. Установить переключатель режима работы Мультиметра в положение измерения **постоянного тока**, предел измерения 20 мА.
3. Соединить общий контакт измерения Мультиметра СОМ с общим контактом К7 Блока питания.
4. Соединить контакт измерения mA Мультиметра с контактом К6.1 резистора R1 (1 кОм) Наборного поля.
5. Соединить контакт К5.1 резистора R1 (1 кОм) Наборного поля с контактом «0...+15В» К8.
6. Плавно поворачивать регулятор «Установка +U» по часовой стрелке, изменяя величину измеряемого напряжения. Показания мультиметра занести в таблицу 2.

Таблица 2 – результаты измерения постоянного тока

Угол поворота регулятора P2 «Установка +U», °	Результаты измерения тока, мА
0	
60	
120	
180	

Значения напряжения постоянного тока в цепи рассчитываются по формуле (2) и заносятся в таблицу 1.

По данным таблицы 1 в одной системе координат построить графики зависимости результатов прямого и косвенного измерений от значения угла поворота регулятора P2. Графически показать абсолютную погрешность измерений. Сделать вывод о характере погрешности.



### 3. Прямой и косвенный методы измерения постоянного тока

Порядок выполнения эксперимента:

1. Собрав схему, представленную на рис. 3, и плавно поворачивая регулятор «Установка +U» по часовой стрелке, установить значение тока в цепи равным  $I_1$  мА. Отключить питание установки с помощью сетевых выключателей АВ1 и АВ2, выключить мультиметр.
2. Установить переключатель режима работы мультиметра в положение измерения **постоянного напряжения**, предел измерения 20 В.
3. Отключить проводник, соединяющий контакт измерения mA Мультиметра с контактом К6.1 резистора R1 (1 кОм) Наборного поля.
4. Проводником соединить контакт К5.2 резистора R1 (1 кОм) Наборного поля и контакт измерения мультиметра VΩHz. Включить питание установки и мультиметр.
5. Измеренное значение напряжения занести в таблицу 3.

Таблица 3 – результаты измерения постоянного тока

Результат прямого измерения постоянного тока, мА	Значение напряжение постоянного тока в цепи, В	Результат косвенного измерения постоянного тока в цепи, мА	Абсолютная погрешность косвенного измерения, мА
$I_1$			
$I_2$			
$I_3$			
$I_4$			

6. Отключить мультиметр и питание установки, повторить действия 1 – 5 для значений постоянного тока  $I_2, I_3, I_4$ .

7. Рассчитать абсолютную погрешность косвенного измерения величины постоянного тока по формуле:

$$\Delta = I_n - I_u \quad (3)$$

Значения постоянного тока  $I_1, I_2, I_3, I_4$  для выполнения индивидуальных заданий представлены в таблице 4.

№ вар.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$I_1, \text{мА}$	1,0	2,0	3,0	3,5	1,5	2,3	1,7	5,9	4,2	4,5
$I_2, \text{мА}$	3,0	4,0	6,0	5,5	5,5	5,3	4,7	8,9	7,2	7,0
$I_3, \text{мА}$	5,0	6,0	9,0	7,5	9,5	8,3	7,7	11,9	10,2	9,5
$I_4, \text{мА}$	7,0	8,0	12,0	9,5	13,5	11,3	10,7	14,9	13,2	12,0

## СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

Отчет по лабораторной работе должен содержать:

1. Теоретические сведения о классификации методов измерений по способу получения результатов.
2. Порядок выполнения экспериментов с изображением экспериментальных схем.
3. Графическое представление результатов измерения напряжения постоянного тока.
4. Ответы на контрольные вопросы.

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Приведите примеры прямых, косвенных, совокупных и совместных измерений.
2. Какие измерения (косвенные/прямые) вы считаете более точными и почему?
3. Каким образом можно косвенно измерить мощность электрического тока?