

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

**ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ
ПО ЭЛЕКТРИЧЕСТВУ, МАГНЕТИЗМУ
И ОПТИКЕ**

Учебно-методическое пособие

Воронеж
Издательский дом ВГУ
2015

СОДЕРЖАНИЕ

1. Правила выполнения и оформления работ в лабораториях по электричеству и оптике	4
2. Электроизмерительные приборы и вспомогательные элементы электрических цепей	5
3. Изучение электростатического поля	11
4. (5). Измерение сопротивлений мостиком Уитстона. Проверка законов последовательного и параллельного соединения сопротивлений	18
5. (8). Исследование вольтамперных характеристик полупроводниковых диодов	22
6. (9) Проверка обобщенного закона Ома для цепи переменного тока	27
7. (12) Изучение работы простейшего лампового генератора электромагнитных колебаний	35
8. (1) Определение постоянной в законе Стефана-Больцмана при помощи оптического пирометра	41
9. (2). Изучение внешнего фотоэффекта	48
10. (7). Определение длины световой волны с помощью колец Ньютона	54
11. (9). Определение длины световой волны при помощи дифракционной решетки	60
12. (11) Изучение спектра испускания атома водорода и определение некоторых внутриатомных констант	65
13. Основные вопросы программы по электричеству, магнетизму	70
14. Основные вопросы программы по оптике, атомной и ядерной физике	71

измерительного прибора лежит превращение электрической энергии в другие виды энергии, например, механическую, тепловую и т. д.

Каждый электроизмерительный прибор непосредственной оценки состоит из двух основных частей: электрической схемы и измерительного механизма. Электрическая схема преобразует измеряемую величину, например, мощность, энергию, частоту и т.д., в другую электрическую величину, воздействующую на измерительный механизм. В измерительном механизме возникают силы, перемещающие его подвижную часть. Угловое или линейное перемещение подвижной части и является мерой измеряемой величины.

Все электроизмерительные приборы классифицируются по следующим основным признакам:

- 1) *по роду измеряемой величины*: амперметры (А), вольтметры (В), омметры (Ω), ваттметры (W) и др.;
- 2) *по роду тока*: приборы для цепей постоянного тока (—), приборы, применяемые в цепях переменного тока (∼), приборы постоянного и переменного тока (—, ∼);
- 3) *по принципу действия измерительной системы*: магнитоэлектрические, электромагнитные, электродинамические, электростатические, тепловые и др.;
- г) *по классу точности*. Всего существует 8 классов точности: 0,05; 0,1; 0,2; 0,5; 1,0; 1,5; 2,5; 4,0;
- 4) *по характеру применения*;
- 5) *по способу монтажа*.

На шкалу прибора наносится целый ряд символов, указывающий:

1. Принцип действия прибора;
2. Род тока – постоянный (—), переменный (∼);
3. Рабочее положение прибора – вертикальное (\uparrow , \perp), горизонтальное (\rightarrow , \sqcap);
- пробивное напряжение изоляции прибора (\downarrow 2 кВ);
4. Класс точности (0,1) и др.

Чувствительность и цена деления прибора

Чувствительностью «S» электроизмерительного прибора называется отношение линейного или углового перемещения указателя $\Delta\alpha$ к измеряемой величине Δx , вызывающей это перемещение: $S = \Delta\alpha / \Delta x$.

Чувствительность измеряется, например, в дел/В или мм/А.

Цена деления «С» – величина, обратная чувствительности прибора:

$C = \Delta x / \Delta\alpha$. Цена деления зависит от верхнего предела измерения прибора (x_{\max}) и от числа делений на шкале (N): $C = x_{\max} / N$. Цена деления прибора измеряется, соответственно, в В/дел или А/мм и т.д.

В случае многопредельного прибора цена деления зависит от того, какими клеммами он подключен в данный момент.

Класс точности. Погрешность приборов

Важной характеристикой каждого измерительного прибора является его погрешность. Разность между показанием прибора x_n и действительным значением измеряемой величины x называется абсолютной погрешностью:

$$\Delta x = x_n - x.$$

В качестве действительного значения измеряемой величины принимается величина, измеренная образцовым прибором.

Относительная погрешность представляет собой отношение абсолютной погрешности к действительному значению измеряемой величины:

$$E = \Delta x / x.$$

Однако эта погрешность зависит от каждого значения измеряемых величин. Например, при измерении напряжений в 1 В, 10 В или 300 В одним и тем же прибором относительная погрешность будет разная. Поэтому она не может служить для оценки точности такого прибора.

Для этого вводится так называемая приведенная погрешность. Приведенная относительная погрешность определяется как отношение абсолютной погрешности Δx к предельному (максимальному) значению прибора x_{\max} , которое может быть измерено по шкале прибора и выражается в процентах:

$$E_n = \frac{\Delta x}{x_{\max}} \cdot 100 \ %.$$

Приведенная относительная погрешность и лежит в основе деления приборов на классы точности, о которых шла речь выше.

Величина абсолютной погрешности *на данном пределе*

$$(\Delta x = E_n \cdot x_{\max} / 100 \ %)$$

есть величина постоянная, и поэтому точность измерений повышается с приближением измеряемой величины ($x_{\text{изм}}$) к предельному значению, а относительная погрешность измерения $\Delta x / x_{\text{изм}}$ уменьшается. Поэтому рекомендуется подбирать предел измерений так, чтобы измеряемая величина составляла 60–100 % от предельного значения.

В зависимости от того, какое физическое явление положено в основу действия прибора, электрические измерительные приборы разделяются на следующие системы: приборы магнитоэлектрической системы, электромагнитной, электродинамической и т.д.

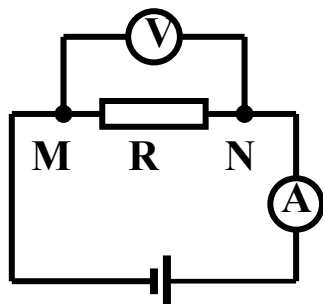


Рис.1

Амперметры и вольтметры

Амперметры – приборы, служащие для измерения силы тока. При измерениях амперметр включают в цепь последовательно, т. е. так, чтобы весь измеряемый ток проходил через амперметр (рис.1). Поэтому амперметры должны иметь малое сопротивление.

ние, чтобы включение их не изменяло заметно величины тока в цепи. Вольтметры – приборы, служащие для измерения напряжения. При измерении вольтметр включают параллельно тому участку цепи, на концах которого хотят измерить разность потенциалов. Для того чтобы включение вольтметра не изменяло заметно режима цепи, сопротивление вольтметра должно быть очень велико по сравнению с сопротивлением участка цепи R . Для расширения пределов измерения амперметров и вольтметров применяются шунты и добавочные сопротивления.

Реостаты, потенциометры и магазины сопротивлений

Реостаты. В электроизмерительной практике часто применяются реостаты. Наибольшее распространение получили реостаты со скользящим контактом. Они состоят из фарфорового или шиферного цилиндра, на который намотана проволока (или лента), изготовленная из металла с большим удельным сопротивлением.

Над цилиндром укреплен проводник, по которому может перемещаться контакт, позволяющий постепенно включать в цепь обмотку. Реостат включается в сеть через клемму a , соединенную с ползунком, и любую из клемм (b и c) (рис. 2).

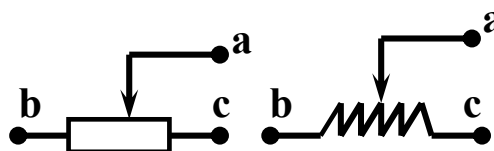


Рис. 2

Магазин сопротивлений. Набор эталонных сопротивлений составляет так называемый магазин сопротивлений. Каждое эталонное сопротивление

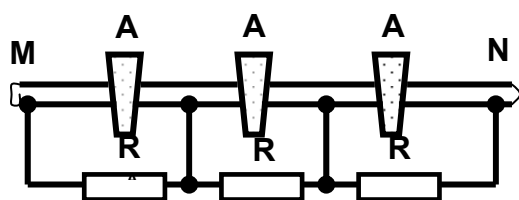


Рис. 3

состоит из катушки, изготовленной из манганина и константана. Катушки набора помещаются в общий ящик. На эбонитовой (или пластмассовой) крышке ящика укреплены массивные медные пластины MN (рис. 3). Концы каждой из катушек R соединены с двумя соседними пластинами. Конические вилки A плотно вставляются в гнезда пластин и служат непосредственным контактом между пластинами. Когда все вилки вставлены, ток проходит от пластины к пластине без заметного сопротивления. Но если вынуть какую-нибудь вилку, то ток может пройти только через соответствующую катушку.

Рычажные магазины также состоят из набора катушек, прикрепленных к контактам, по которым скользят рычаги. Величина введенного сопротивления отсчитывается непосредственно по положению рычагов.