

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

**ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ
ПО ЭЛЕКТРИЧЕСТВУ
И МАГНЕТИЗМУ**

Учебно-методическое пособие

Воронеж
Издательский дом ВГУ
2015

СОДЕРЖАНИЕ


1. Правила выполнения и оформления работ в электрической лаборатории	4
2. Электроизмерительные приборы и вспомогательные элементы электрических цепей	5
3. Изучение электростатического поля	11
4. Изучение работы трехэлектродной лампы	18
5.1. Измерение сопротивлений мостиком Уитстона. Проверка законов последовательного и параллельного соединения сопротивлений ...	25
5.2. Определение температурного коэффициента сопротивления металла	29
6. Градуировка термоэлемента и определение его электродвижущей силы	31
7. Изучение работы электронного осциллографа. Проверка градуировки звукового генератора	38
8. Исследование вольтамперных характеристик полупроводниковых диодов	45
9. Проверка обобщенного закона Ома для цепи переменного тока.....	52
10. Измерение удельного сопротивления проводника.....	59
11. Изучение влияния магнитного поля на вещества. Снятие петли магнитного гистерезиса ферромагнетиков.....	65
12. Изучение работы простейшего лампового генератора электромагнитных колебаний	72

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.;
- 4) *по классу точности*. Всего существует: 8 классов точности: 0,05; 0,1; 0,2; 0,5; 1,0; 1,5; 2,5; 4,0;
- 5) *по характеру применения*;
- 6) *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 ( 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:

$$E_n = \frac{\Delta x}{x_{\max}} \cdot 100 \, \%. \quad \text{центах:}$$

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

Величина абсолютной погрешности *на данном пределе*

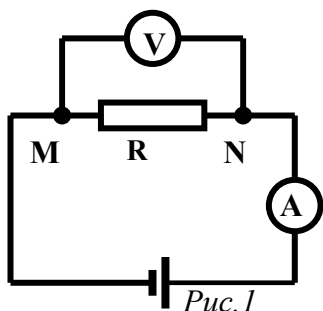
$$(\Delta x = E_n \cdot x_{\max} / 100 \, \%)$$

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.

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, 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.

ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ

Шунты. Шунты представляют собой сопротивление, включаемое последовательно с нагрузкой и параллельно измерительному механизму амперметра (рис. 2). Пусть сопротивление самого прибора R_A ; сопротивление шунта $R_{ш}$; ток через прибор I_A ; через шунт $I_{ш}$.

Тогда $I = I_A + I_{ш}$, $I_A/I_{ш} = R_{ш}/R_A$. Отсюда $I_A = IR_{ш}/(R_{ш} + R_A)$, а $R_{ш} = I_A R_A / (I - I_A)$.

Из формулы видно, что чем меньше сопротивление шунта, тем меньшая доля от общего тока будет протекать через прибор. Для того чтобы сила тока I_A составляла $1/n$ долю от силы тока I ($I = nI_A$), надо положить

$$R_{ш} = R_A / (n - 1).$$

Добавочные сопротивления. Для расширения пределов измерений вольтметров применяются добавочные сопротивления, которые включаются последовательно с вольтметрами (рис. 3). Зная, что напряжение на участке MN определяется как $U = I(R_g + R_B)$, легко найти величину добавочного сопротивления

$$R_g = U/I - R_B.$$

Если пределы измерения напряжения должны быть в n раз больше, то получаем

$$R_g = R_B(n - 1).$$

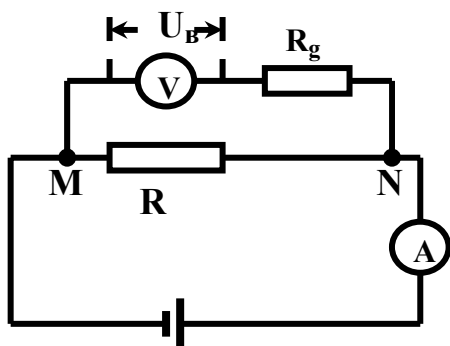


Рис. 3

Реостаты, потенциометры и магазины сопротивлений

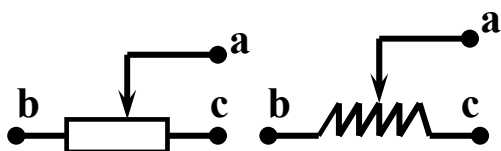


Рис. 4

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.

Изготовленная из металла с большим удельным сопротивлением.