**Лабораторная работа №1**

**Изучение зависимости сопротивления реальных проводников от их геометрических параметров и удельных сопротивлений материалов.**

**Цель:** определить удельное сопротивление проводника и сравнить его с табличным значением.

**1. Краткое теоретическое описание**

Немецкий физик Георг Ом (1787-1854) в 1826 году обнаружил, что отношение напряжения *U* между концами металлического проводника, являющегося участком электрической цепи, к силе тока *I* в цепи есть величина постоянная:

(1)

Эту величину *R* называют электрическим сопротивлением проводника. Электрическое сопротивление измеряется в Омах. Электрическим сопротивлением 1 Ом обладает такой участок цепи, на котором при силе тока 1 А напряжение равно 1 В:



Опыт показывает, что электрическое сопротивление проводника прямо пропорционально его длине *L* и обратно пропорционально площади *S* поперечного сечения проводника:

(2)

Постоянный для данного вещества параметр  называется удельным электрическим сопротивлением вещества. Удельное сопротивление измеряется в Ом м.

**2. Порядок выполнения работы**

2.1. Соберите на монтажном столе электрическую схему, показанную на рисунке:

Рис.1.

2.2. Выберите материал проводника – никель, установите значения длины и площади поперечного сечения:

L = 100 м; S = 0.1 мм2;

2.3. Определите экспериментально с помощью мультиметра напряжение на проводнике.

Для этого необходимо подключить параллельно проводнику мультиметр в режиме измерения постоянного напряжения, соблюдая полярность.

Запишите показания мультиметра.

2.4. Определите экспериментально с помощью мультиметра силу тока в цепи.

Включите мультиметр в режиме измерения постоянного тока последовательно в цепь, соблюдая полярность.

Запишите показания мультиметра.

2.5. Рассчитайте сопротивление проводника по формуле (1).

2.6. Определите удельное сопротивление никеля по формуле (2).

2.7. Проделайте пункты 2.3 – 2.6. изменяя длину, но, не меняя площадь поперечного сечения и материал проводника.

2.8. Результаты измерений занесите в таблицу:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № опыта | Длина, м | Напряжение, В | Сила тока, А | Сопротивление, Ом | Удельное сопротивление, Ом м |
| 1 |   |   |   |   |   |
| 2 |   |   |   |   |   |
| 3 |   |   |   |   |   |
| 4 |   |   |   |   |   |
| 5 |   |   |   |   |   |

2.9. Найдите среднее значение удельного сопротивления и сравните его с табличным значением.

2.10. Измерьте сопротивление проводника непосредственно с помощью омметра. Сравните полученные результаты.

Сформулируйте выводы по проделанной работе.

**ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2**

**Исследование сопротивлений проводников при параллельном и последовательном соединении.**

**Цель:** изучить законы протекания тока через последовательно и параллельно соединенные проводники и определить формулы расчета сопротивлений таких участков.

**1. Краткое теоретическое описание.**

Проводники в схемах могут соединяться последовательно (Рис 1.) и параллельно (Рис.2.).





Рассмотрим схему последовательного соединения проводников, изображенную на Рис. 1.

Напряжение на концах всей цепи складывается из напряжений на каждом проводнике:

*U = U*1 *+ U*2 *+ U*3, (1)

По закону Ома для участка цепи:

*U*1 *= R*1*I*; *U*2 *= R*2*I*; *U*3 *= R*3*I*; *U = RI*, (2)

где *R* - полное сопротивление цепи,

*I* - общий ток, текущий в цепи.

Из выражений (1) и (2), получаем:

*RI* = *R*1*I* + *R*2*I* + *R*3*I*,

откуда полное сопротивление цепи последовательно соединенных проводников:

(3)

***При последовательном соединении проводников их общее сопротивление равно сумме электрических сопротивлений каждого проводника.***

Рассмотрим теперь схему параллельного соединения проводников, изображенную на Рис. 2.

Через цепь течет полный ток *I* :

*I = I*1 + *I*2 + *I*3. (4)

По закону Ома для участков цепи:

*U = R*1*I*1; *U = R*2*I*2; *U = R*3*I*3; *U = RI*, (5)

Из выражений (4) и (5), получаем:

*I* = *U/R* = *U/R*1 + *U/R*2 + *U/R*3

откуда:

(6)

***При параллельном соединении проводников величина, обратная сопротивлению цепи, равна сумме обратных величин сопротивлений всех параллельно соединенных проводников.***

**2. Порядок выполнения работы.**

2.1. Соберите на монтажном столе электрическую схему, показанную на рисунке:



Выберите номиналы сопротивлений следующими:

*R*1 = 1 кОм; *R*2 = 2 кОм; *R*3 = 3 кОм; *R*4 = 4 кОм;

2.2. Определите экспериментально с помощью мультиметра (в режиме измерения сопротивлений) сопротивление между точками:

А и С; С и D; B и D; A и D.

Запишите эти показания.

2.3. Рассчитайте теоретические значения сопротивлений между указанными точками схемы и сравните их с измеренными.

Какие выводы можно сделать из этого опыта?

2.4. Измерьте с помощью мультиметра (в режиме измерения тока) токи, текущие через каждое сопротивление. Запишите показания прибора.

2.4. Проверьте экспериментально, что в последовательной цепи ток одинаков через все сопротивления, а в параллельной цепи разделяется так, что сумма всех токов через параллельно соединенные элементы, равна полному току через весь участок.

2.5. Измерьте с помощью мультиметра (в режиме измерения постоянного напряжения) напряжения на каждом сопротивлении. Запишите показания прибора.

2.6. Проверьте экспериментально, что в последовательной цепи напряжение на всем участке равно сумме напряжений на каждом элементе, а в параллельной цепи, напряжение одно и то же на каждом элементе.

**Лабораторная работа №3**

**ЭДС и внутреннее сопротивление источников постоянного тока. Закон Ома для полной цепи.**

**Цель:** определить внутреннее сопротивление источника тока и его ЭДС.

**1. Краткое теоретическое описание**

Электрический ток в проводниках вызывают так называемые источники постоянного тока. Силы, вызывающие перемещение электрических зарядов внутри источника постоянного тока против направления действия сил электростатического поля, называются *сторонними силами*. Отношение работы *Астор*., совершаемой сторонними силами по перемещению заряда  *Q* вдоль цепи, к значению этого заряда называется *электродвижущей силой*  источника (ЭДС):

(1)

Электродвижущая сила выражается в тех же единицах, что и напряжение или разность потенциалов, т.е. в Вольтах.

Работа – эта мера превращения энергии из одного вида в другой. Следовательно, в источнике сторонняя энергия преобразуется в энергию электрического поля

W =   Q (2)

При движении заряда Q на внешнем участке цепи преобразуется энергия стационарного поля, созданного и поддерживаемого источником:

W1 = U Q , (3)

а на внутреннем участке:

W2 = Uвн. Q (4)

По закону сохранения энергии

W = W1 + W2 или   Q =U Q + Uвн. Q (5)

Сократив на Q, получим:

 = Uвн. + U (6)

т.е. электродвижущая сила источника равна сумме напряжений на внешнем и внутреннем участке цепи.

При разомкнутой цепи Uвн.= 0, то

 = U (7)

Подставив в равенство (6) выражения для U и Uвн. по закону Ома для участка цепи

U = I R; Uвн. = I r,

получим:

 = I R + I r = I (R + r) (8)

Отсюда

(9)

Таким образом, сила тока в цепи равна отношению электродвижущей силы источника к сумме сопротивлений внешнего и внутреннего участков цепи. Это закон Ома для полной цепи. В формулу (9) входит внутреннее сопротивление r.

Рис.1

Пусть известны значения сил токов I1 и I2 и падения напряжений на реостате U1 и U2 (см. рис.1.). Для ЭДС можно записать:

 = I1 (R1 + r) и  = I2 (R2 + r) (10)

Приравнивая правые части этих двух равенств, получим

I1 (R1 + r) = I2 (R2 + r)

или

I1 R1 + I1 r = I2  R2 + I2 r

I1 r – I2 r = I2  R2 - I1 R1

Т.к. I1 R1 = U1 и I2 R2 = U2, то можно последнее равенство записать так

r (I1 – I2) = U2 – U1 ,

откуда

(11)

**2. Порядок выполнения работы**

2.1. Соберите цепь по схеме, изображенной на рисунке 1. Установите сопротивление реостата 7 Ом, ЭДС батарейки 1,5 В, внутреннее сопротивление батарейки 3 Ом.

2.2. При помощи мультиметра определите напряжение на батарейке при разомкнутом ключе. Это и будет ЭДС батарейки в соответствии с формулой (7).

2.3. Замкните ключ и измерьте силу тока и напряжение на реостате. Запишите показания приборов.

2.4. Измените сопротивление реостата и запишите другие значения силы тока и напряжения.

2.5. Повторите измерения силы тока и напряжения для 6 различных положений ползунка реостата и запишите полученные значения в таблицу.

2.6. Рассчитайте внутреннее сопротивление по формуле (11).

2.7. Определите абсолютную и относительную погрешность измерения ЭДС и внутреннего сопротивления батарейки.

**Лабораторная работа №4**

**Исследование сложных цепей постоянного электрического тока**

**Цель:** изучить приемы расчета сложных электрических цепей постоянного тока.

**1. Краткое теоретическое описание.**

Сложные цепи не всегда удается представить в виде блоков последовательно и параллельно соединенных сопротивлений. Как же находить сопротивление таких цепей? Иногда эту задачу можно существенно упростить, если схема обладает симметрией.

Рассмотрим в качестве примера такой цепи участок металлической сетки с одинаковыми сопротивлениями *r*:

Рис.1.

Каково сопротивление между точками А и В?

Представить эту цепь в виде блоков последовательно и параллельно соединенных сопротивлений не удается. Как же быть?

Пусть к точкам А и В подключен источник тока.

Рис.2.

Посмотрим на токи, которые будут течь через элементы металлической сетки.

Из симметрии ясно, что токи через элементы CO и DO должны быть одинаковы и равны токам, текущим через элементы OF и OE. А раз так, то в точке О цепь можно разорвать, при этом токи через элементы сетки не изменятся:

Рис.3.

Последнюю схему уже можно представить в виде блоков последовательно и параллельно соединенных сопротивлений:

Рис.4.

и определить полное сопротивление *R*AB цепи:



**2. Порядок выполнения работы.**

2.1. Соберите на монтажном столе схему, показанную на рис. 3. Предусмотрите выключатель, соединяющий точки О и О'. Выберите значения сопротивлений одинаковыми и равными 1 кОм.

2.2. Измерьте с помощью омметра сопротивление между точками А и В при замкнутом и разомкнутом положении выключателя. Объясните результаты измерений.

2.3. Подключите батарейку с ЭДС 1.5 вольта и последовательно с ней амперметр между точками А и В собранной Вами схемы. Измерьте силу тока при разомкнутом и замкнутом ключе. Измерьте напряжение между точками О и О' при разомкнутом ключе и подключенной батарейке к точкам А и В.

Точки схемы, напряжение между которыми равно нулю, можно соединять и такое соединение не изменит токов, текущих по элементам схемы. Иногда такое соединение может существенно упростить схему.

**Лабораторная работа №5**

**Мощность в цепи постоянного тока**

**Цель:** изучить законы выделения мощности в цепях постоянного тока и согласования источников тока с нагрузкой.

**1. Краткое теоретическое описание.**

Любой реальный источник тока имеет внутреннее сопротивление. Поэтому при подключении источника тока к нагрузке, тепло будет выделяться как в нагрузке, так и внутри источника тока (на его внутреннем сопротивлении). На какой нагрузке, подключенной к данному источнику тока, будет выделяться максимальная мощность?

Рассмотрим схему, изображенную на рисунке 1.

Рис.1.

Сила тока, текущего в контуре, определяется из закона Ома для полной цепи:

, (1)

где  - ЭДС источника тока,

*r* – внутреннее сопротивление источника,

*R* – сопротивление нагрузки.

Напряжение *U* на нагрузке *R* будет равно:

, (2)

а мощность *P*, выделяемая на сопротивлении *R*, будет равна:

(3)

Как видно из формулы (3), выделяемая на нагрузке *R* мощность будет мала, если сопротивление *R* нагрузки будет мало (*R << r*). Мощность также будет мала при очень большом сопротивлении нагрузки (*R>> r*). Расчет показывает, что максимальная мощность будет выделяться на нагрузке при равенстве внутреннего сопротивления *r* и сопротивления нагрузки *R* = *r*. В этом случае:

. (4)

**2. Порядок выполнения работы.**

2.1. Соберите на монтажном столе схему, показанную на рис.2.

Рис.2.

Выберите значения параметров элементов следующими:

Батарейка:  = 1.5 В; r = 10 Ом;

Реостат: R = 20 Ом

2.2. Изменяя положение движка реостата, измеряйте силу тока в цепи и напряжение на реостате (нагрузке).

2.3. Занесите полученные данные (сопротивление реостата *R*, силу тока *I* и напряжение *U*) в таблицу.

2.4. Рассчитайте мощность *Р* , выделяемую на нагрузке для различных значений сопротивления реостата, по формуле *P = U I*.

2.5. Постройте график зависимости мощности от сопротивления нагрузки.

2.6. Определите из графика значение сопротивления нагрузки, на которой выделяется максимальная мощность.

2.7. Сравните полученное Вами значение с теоретическим (4). Сделайте выводы.