Министерство образования, науки и молодёжной политики

Краснодарского края

Государственное бюджетное учреждение

дополнительного образования

Краснодарского края «Центр развития одарённости»

**Методические рекомендации к выполнению контрольной работы № 3 по физике для учащихся 8 класса заочных курсов «Юниор» очно-заочного обучения (с применением дистанционного образовательных технологий и электронного обучения)**

Составитель:

Половодов Юрий Александрович,

доцент кафедры физики и информационных

систем ФГБОУ ВО «КубГУ»

Краснодар

2020

Аннотация.

Данная методическая разработка посвящена теме «Постоянный электрический ток» и позволит учащимся выполнить контрольную работу, посвященную данной теме. В ней кратко изложена теория и приведены примеры. Затем даны задачи для самостоятельного выполнения.

Введение.

Тема является достаточно сложной для понимания. Поэтому данное методическое пособие позволит освоить и понять данный раздел и в дальнейшем поможет учащимся решать задачи с применением соответствующих физических законов.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Основные теоретические сведения 4
2. Контрольная работа 11
3. Список литературы 12

## Основные теоретические сведения

### Электрический ток. Сила тока. Сопротивление

В проводниках при определенных условиях может возникнуть непрерывное упорядоченное движение свободных носителей электрического заряда. Такое движение называется **электрическим током**. За направление электрического тока принято направление движения положительных свободных зарядов, хотя в большинстве случае движутся электроны – отрицательно заряженные частицы.

Количественной мерой электрического тока служит сила тока I – скалярная физическая величина, равная отношению заряда q, переносимого через поперечное сечение проводника за интервал времени t, к этому интервалу времени:



Если ток не постоянный, то для нахождения количества прошедшего через проводник заряда рассчитывают площадь фигуры под графиком зависимости силы тока от времени.

Если сила тока и его направление не изменяются со временем, то такой ток называется **постоянным**. Сила тока измеряется амперметром, который включается в цепь последовательно. В Международной системе единиц СИ сила тока измеряется в амперах [А]. 1 А = 1 Кл/с.

**Средняя сила тока** находится как отношение всего заряда ко всему времени (т.е. по тому же принципу, что и средняя скорость или любая другая средняя величина в физике):



Если же ток равномерно меняется с течением времени от значения I1 до значения I2, то можно значение среднего тока можно найти как среднеарифметическое крайних значений:



**Плотность тока** – сила тока, приходящаяся на единицу поперечного сечения проводника, рассчитывается по формуле:



При прохождении тока по проводнику ток испытывает сопротивление со стороны проводника. Причина сопротивления – взаимодействие зарядов с атомами вещества проводника и между собой. Единица измерения сопротивления 1 Ом. **Сопротивление проводника** R определяется по формуле:



где: l – длина проводника, S – площадь его поперечного сечения, ρ – удельное сопротивление материала проводника (будьте внимательны и не перепутайте последнюю величину с плотностью вещества), которое характеризует способность материала проводника противодействовать прохождению тока. То есть это такая же характеристика вещества, как и многие другие: удельная теплоемкость, плотность, температура плавления и т.д. Единица измерения удельного сопротивления 1 Ом·м. Удельное сопротивление вещества – табличная величина.

Сопротивление проводника зависит и от его температуры:



где: R0 – сопротивление проводника при 0°С, t – температура, выраженная в градусах Цельсия, α – температурный коэффициент сопротивления. Он равен относительному изменению сопротивления, при увеличении температуры на 1°С. Для металлов он всегда больше нуля, для электролитов наоборот, всегда меньше нуля.

#### Диод в цепи постоянного тока

**Диод** – это нелинейный элемент цепи, сопротивление которого зависит от направления протекания тока. Обозначается диод следующим образом:



Стрелка в схематическом обозначении диода показывает, в каком направлении он пропускает ток. В этом случае его сопротивление равно нулю, и диод можно заменить просто на проводник с нулевым сопротивлением. Если ток течет через диод в противоположном направлении, то диод обладает бесконечно большим сопротивлением, то есть не пропускает ток совсем, и является разрывом в цепи. Тогда участок цепи с диодом можно просто вычеркнуть, так как ток по нему не идет.

### Закон Ома. Последовательное и параллельное соединение проводников

Немецкий физик Г.Ом в 1826 году экспериментально установил, что сила тока I, текущего по однородному металлическому проводнику (то есть проводнику, в котором не действуют сторонние силы) сопротивлением R, пропорциональна напряжению U на концах проводника:

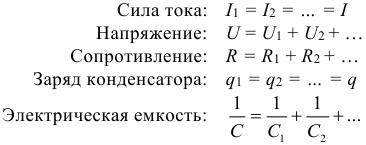


Величину R принято называть **электрическим сопротивлением**. Проводник, обладающий электрическим сопротивлением, называется **резистором**. Это соотношение выражает **закон Ома для однородного участка цепи**: сила тока в проводнике прямо пропорциональна приложенному напряжению и обратно пропорциональна сопротивлению проводника.

Проводники, подчиняющиеся закону Ома, называются **линейными**. Графическая зависимость силы тока I от напряжения U (такие графики называются вольт-амперными характеристиками, сокращенно ВАХ) изображается прямой линией, проходящей через начало координат. Следует отметить, что существует много материалов и устройств, не подчиняющихся закону Ома, например, полупроводниковый диод или газоразрядная лампа. Даже у металлических проводников при достаточно больших токах наблюдается отклонение от линейного закона Ома, так как электрическое сопротивление металлических проводников растет с ростом температуры.

Проводники в электрических цепях можно соединять двумя способами: **последовательно и параллельно**. У каждого способа есть свои закономерности.

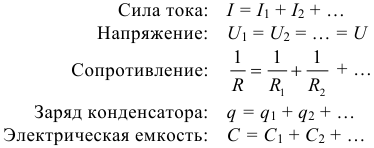
**1. Закономерности последовательного соединения:**



Формула для общего сопротивления последовательно соединенных резисторов справедлива для любого числа проводников. Если же в цепь последовательно включено n одинаковых сопротивлений R, то общее сопротивление R0 находится по формуле:



**2. Закономерности параллельного соединения:**



Формула для общего сопротивления параллельно соединенных резисторов справедлива для любого числа проводников. Если же в цепь параллельно включено n одинаковых сопротивлений R, то общее сопротивление R0 находится по формуле:



#### Электроизмерительные приборы

Для измерения напряжений и токов в электрических цепях постоянного тока используются специальные приборы – **вольтметры** и **амперметры**.

**Вольтметр** предназначен для измерения разности потенциалов, приложенной к его клеммам. Он подключается параллельно участку цепи, на котором производится измерение разности потенциалов. Любой вольтметр обладает некоторым внутренним сопротивлением RB. Для того чтобы вольтметр не вносил заметного перераспределения токов при подключении к измеряемой цепи, его внутреннее сопротивление должно быть велико по сравнению с сопротивлением того участка цепи, к которому он подключен.

**Амперметр** предназначен для измерения силы тока в цепи. Амперметр включается последовательно в разрыв электрической цепи, чтобы через него проходил весь измеряемый ток. Амперметр также обладает некоторым внутренним сопротивлением RA. В отличие от вольтметра, внутреннее сопротивление амперметра должно быть достаточно малым по сравнению с полным сопротивлением всей цепи.

### ЭДС. Закон Ома для полной цепи

Для существования постоянного тока необходимо наличие в электрической замкнутой цепи устройства, способного создавать и поддерживать разности потенциалов на участках цепи за счет работы сил неэлектростатического происхождения. Такие устройства называются **источниками постоянного тока**. Силы неэлектростатического происхождения, действующие на свободные носители заряда со стороны источников тока, называются **сторонними силами**.

Природа сторонних сил может быть различной. В гальванических элементах или аккумуляторах они возникают в результате электрохимических процессов, в генераторах постоянного тока сторонние силы возникают при движении проводников в магнитном поле. Под действием сторонних сил электрические заряды движутся внутри источника тока против сил электростатического поля, благодаря чему в замкнутой цепи может поддерживаться постоянный электрический ток.

При перемещении электрических зарядов по цепи постоянного тока сторонние силы, действующие внутри источников тока, совершают работу. Физическая величина, равная отношению работы Aст сторонних сил при перемещении заряда q от отрицательного полюса источника тока к положительному к величине этого заряда, называется **электродвижущей силой источника (ЭДС)**:



Таким образом, ЭДС определяется работой, совершаемой сторонними силами при перемещении единичного положительного заряда. Электродвижущая сила, как и разность потенциалов, измеряется в вольтах (В).

**Закон Ома для полной (замкнутой) цепи:** сила тока в замкнутой цепи равна электродвижущей силе источника, деленной на общее (внутреннее + внешнее) сопротивление цепи:



Сопротивление r – внутреннее (собственное) сопротивление источника тока (зависит от внутреннего строения источника). Сопротивление R – сопротивление нагрузки (внешнее сопротивление цепи).

**Падение напряжения во внешней цепи** при этом равно (его еще называют **напряжением на клеммах источника**):



Важно понять и запомнить: ЭДС и внутреннее сопротивление источника тока не меняются, при подключении разных нагрузок.

Если сопротивление нагрузки равно нулю (источник замыкается сам на себя) или много меньше сопротивления источника, то тогда в цепи потечет **ток короткого замыкания**:



Сила тока короткого замыкания – максимальная сила тока, которую можно получить от данного источника с электродвижущей силой ε и внутренним сопротивлением r. У источников с малым внутренним сопротивлением ток короткого замыкания может быть очень велик, и вызывать разрушение электрической цепи или источника. Например, у свинцовых аккумуляторов, используемых в автомобилях, сила тока короткого замыкания может составлять несколько сотен ампер. Особенно опасны короткие замыкания в осветительных сетях, питаемых от подстанций (тысячи ампер). Чтобы избежать разрушительного действия таких больших токов, в цепь включаются предохранители или специальные автоматы защиты сетей.

#### Несколько источников ЭДС в цепи

Если в цепи присутствует **несколько ЭДС подключенных последовательно**, то:

**1.** При правильном (положительный полюс одного источника присоединяется к отрицательному другого) подключении источников общее ЭДС всех источников и их внутреннее сопротивление может быть найдено по формулам:



Например, такое подключение источников осуществляется в пультах дистанционного управления, фотоаппаратах и других бытовых приборах, работающих от нескольких батареек.

**2.** При неправильном (источники соединяются одинаковыми полюсами) подключении источников их общее ЭДС и сопротивление рассчитывается по формулам:



В обоих случаях общее сопротивление источников увеличивается.

При **параллельном подключении** имеет смысл соединять источники только c одинаковой ЭДС, иначе источники будут разряжаться друг на друга. Таким образом суммарное ЭДС будет таким же, как и ЭДС каждого источника, то есть при параллельном соединении мы не получим батарею с большим ЭДС. При этом уменьшается внутреннее сопротивление батареи источников, что позволяет получать большую силу тока и мощность в цепи:



В этом и состоит смысл параллельного соединения источников. В любом случае при решении задач сначала надо найти суммарную ЭДС и полное внутреннее сопротивление получившегося источника, а затем записать закон Ома для полной цепи.

### Работа и мощность тока. Закон Джоуля-Ленца

**Работа A электрического тока** I, протекающего по неподвижному проводнику с сопротивлением R, преобразуется в теплоту Q, выделяющееся на проводнике. Эту работу можно рассчитать по одной из формул (с учетом закона Ома все они следуют друг из друга):



Закон преобразования работы тока в тепло был экспериментально установлен независимо друг от друга Дж.Джоулем и Э.Ленцем и носит название**закона Джоуля–Ленца**. **Мощность электрического тока** равна отношению работы тока A к интервалу времени Δt, за которое эта работа была совершена, поэтому она может быть рассчитана по следующим формулам:



Работа электрического тока в СИ, как обычно, выражается в джоулях (Дж), мощность – в ваттах (Вт).

**Контрольная работа № 3**

**Задача 1. «Третий вольтметр» (10 баллов)**

В «черном ящике» находится электрическая схема, к трем узлам которой подключены три одинаковых вольтметра (рис. 1). Показания первого и второго вольтметров равны 10 В. Что показывает третий вольтметр?

V1

V2

V3

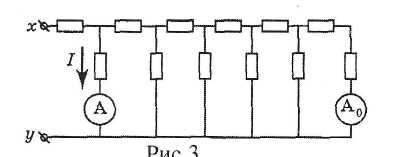
Рис. 1

**Задача 2. «Сложная цепь»**

На рис.3 изображена электрическая цепь из шести звеньев. Все резисторы в цепи одинаковы и имеют сопротивление *r*. В первое и последние звенья цепи включены амперметры *A* и *A0*. На входные клеммы x и y цепи подано постоянное напряжение Uxy, при этом амперметр *A* показывает ток *I*=8.9 *A.*

1. Какой ток *I0* показывает амперметр *A0*?
2. Определите напряжение Uxy, поданное на входные клеммы цепи при условии *r*=1 Ом.
3. Что покажет омметр, подключенный к клеммам x и y.

Рис. 2



(10 баллов)

Задача 3.

Два проводника, соединенные последовательно, имеют сопротивление в 6,25 раза больше, чем при их параллельном соединении. Найти, во сколько раз сопротивление одного проводника больше сопротивления другого.

Задача 4.

В коридор квартиры подведено напряжение U = 120 В. В середине коридора и в противоположном от ввода конце горят 100-ваттные лампочки. От ввода до второй лампочки в конце коридора расстояние *l*=20 м. На сколько изменится потребляемая лампочками мощность, если на равном расстоянии между ними включить электроплитку, потребляющую ток 5 А? Сечение провода S = 2 мм2 (изменения сопротивлений лампочек можно не учитывать) Проводка медная, удельное сопротивление меди ρ = 1,75⋅10-8 Ом⋅м.

**Список литературы**

1. Варламов С. Д., Зинковский В. И., Семенов М. В., Старокуров Ю. В., Шведов О. Ю., Якута А. А. / Задачи Московских городских олимпиад по физике. 1986 - 2005. / Под ред. М. В. Семенова, А. А. Якуты.  М.: Изд-во МЦНМО, 2006.  616 с
2. Бутиков Е. И., Кондратьев А. С. / Физика, Книга 1, Механика, 2004
3. Лукашик В. И. / Физическая олимпиада в 6-7 классах средней школы: Пособие для учащихся. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Просвещение, 1987. - 192 с.
4. Буздин А. И., Зильберман А. Р., Кротов С. С. / Раз задача, два задача… - М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1990. - 240 с. - (Библиотечка «Квант». Вып. 81)
5. Слободецкий И. Ш., Асламазов Л. Г. / Задачи по физике. - М.: Наука гл. ред. физ.-мат. лит., 1980. - 176 с. - (Библиотечка «Квант». Вып. 5). А также 2-е изд. - М.: Бюро Квантум, 2001. - 160 с. (Библиотечка «Квант». Вып. 86).
6. Балаш В. А. / Задачи по физике и методы их решения. - М.: Просвещение, 1964 ( и все последующие издания до 4-го, М.:, Просвещение, 1983).
7. Савченко О. Я. / Задачи по физике: Учебное пособие / 4-е изд., испр. - СПб.: Лань, 2001. - 368 с.

**Интернет-ресурсы**

1. Материалы журнала «Квант» в интернете: http://kvant.mccme.ru/3.

2. Материалы московской олимпиады школьников «Максвелл» по физике http://mosphys.olimpiada.ru/maxwell

3. Материалы Всероссийской олимпиады школьников по физике

<http://old.phys.rosolymp.ru/>