

Учреждение образования
«Могилёвский государственный областной лицей №3»

ИЗУЧЕНИЕ ВОЛЬТАМПЕРНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ
ЭЛЕМЕНТОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЦЕПИ

Автор:

Жаглевский Артём Григорьевич,
учащийся 9 «Е» класса
ГУО «Средняя Школа №21
г.Могилева»

Научный руководитель:

Ласточкина Яна Николаевна,
учитель физики УО «МГОЛ №3»

Могилёв 2023

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
ГЛАВА 1. ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ НЕКОТОРЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЦЕПИ.....	5
1.1 РЕЗИСТОР.....	5
1.2 ФОТОРЕЗИСТОР.....	10
1.3 ЛАМПОЧКА.....	13
1.4 АМПЕРМЕТР.....	14
1.5 ВОЛЬТМЕТР.....	16
ГЛАВА 2. ГРАФИЧЕСКОЕ И ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ.....	17
2.1 РЕЗИСТОР И ФОТОРЕЗИСТОР.....	17
2.2 ЛАМПОЧКА.....	18
2.3 ЗАДАЧИ ПО ТЕМЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ЦЕПИ.....	20
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	25
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	27

ВВЕДЕНИЕ

Глядя на окружающий вокруг нас мир, живя в нём, мы довольно часто замечаем различные электрические приборы, объекты вокруг нас и, порой, задаёшься вопросом: а как оно работает? Интересуясь электрическими явлениями с раннего детства, а именно желая связать свою будущую профессию, завязанную на изучении электричества и его составляющих, я узнал о науке, которая изучает явления природы, и среди этих явлений – электрические явления, которые изучает физика. Однако раньше, в юном возрасте, не мог достаточно хорошо понять, как что устроено. Начиная с 8 класса, мы стали изучать электрические явления. Именно тогда и узнал, что из себя представляет электрическая схема, её составляющие. Там же меня и заинтересовало понятие «вольтамперная характеристика» - функция, показывающая зависимость силы тока от напряжения. Оказывается, что, благодаря этой характеристике, можно изучить элемент электрической цепи, выявить некоторые закономерности для этого элемента, при добавлении его в цепь или изменении характеристик цепи. Именно так теперь я могу ответить на интересующий меня вопрос детства: **«Как реализуются преобразования в цепи и как я мог бы изучить всё это?»**

Цель: исследовать вольтамперную характеристику некоторых элементов электрической цепи, рассмотреть задачи, связанные с этой темой, закрепляющие усвоенный материал.

Задачи:

- 1) Собрать базовый теоретический материал о некоторых элементах электрической цепи.
- 2) Изучить литературу по данной теме.
- 3) Детально исследовать характеристики элементов электрической цепи и их влияние на всю электрическую цепь.

4) Составить подборку задач, с закреплением знаний по теме электричество в целом.

Этапы работы над проектом:

- 1) Поиск и подбор материала.
- 2) Практическое исследование обобщение материала.
- 3) Разработка алгоритма решения задач, закрепляющих материал по данной теме.

Я посвятил исследование данной теме, потому что исследование вольтамперной характеристики является **актуальной темой**. Она позволяет анализировать потребление электрической энергии элементов электронной схемы, что позволит развивать ныне существующие электрические компоненты цепи, преобразовать электрическую цепь и добиться минимальных потерь величин у электрических элементов, и, к примеру, создавать энергоэффективные электросхемы, имеющие широкое применение в современном мире.

ГЛАВА 1. ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ НЕКОТОРЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЦЕПИ

1.1 РЕЗИСТОР

Всё чаще и чаще мы сталкиваемся с различными электрическими схемами, пользуемся электроникой и лишь порой задумываемся: из чего состоят и как работают электрические схемы? Возьмём, например, такие элементы как: резистор, фоторезистор и лампочка. Они окружают нас повсюду и самые разные, а как они устроены?

Резистор (англ. resistor, от лат. Resisto — сопротивляюсь) — пассивный элемент электрических цепей, обладающий определённым или переменным значением электрического сопротивления, предназначенный для линейного преобразования силы тока в напряжение и напряжения в силу тока, ограничения тока, поглощения электрической энергии и др.

Любой резистор работает по закону Ома, по которому сопротивление меняется в зависимости от значений напряжения и силы проходящего через элемент тока. Используя резисторы подходящих номинальных значений, можно корректировать значения напряжения и силы тока. Смысл в том, что ток, который двигается по цепи, оказывается внутри компонента и замедляется.

Основные характеристики резистора.

- Номинальное сопротивление. Характеристика указывается в омах (Ом)
- Допустимая рассеиваемая мощность - максимальная мощность, которую деталь может рассеять при долговременной эксплуатации. Параметр важен для мощных проводников. Чем выше значение мощности, тем более габаритный будет резистор.

- Класс точности. Указывает, насколько реальное сопротивление может отклоняться от номинальных значений. Например, у резистора может быть допуск 5%, 10%.

Дополнительные характеристики: максимальное рабочее напряжение, стойкость к температурам и влаге, избыточный шум, коэффициент напряжения.

По характеру изменения сопротивления резисторы бывают:

1. **Постоянные:** в них величина сопротивления всегда остается неизменной (хотя возможны незначительные колебания при перепадах температур).

2. **Переменные:** показатели сопротивления в них могут изменяться в определенных пределах, и только принудительно, а не сами по себе. Например, при вращении ручки радиоустройства или перемещении ползунка повышение или понижение звука происходит благодаря изменению *сопротивления* в цепи.

Виды переменных резисторов.

- **Подстроечные:** для изменения сопротивления применяется винт. Диапазон регулировки обычно не слишком большой. Используются для точной настройки параметров различных устройств при их установке, ремонте или выполнении других процедур. Традиционные модели имеют регулятор под отвертку (хотя в современных резисторах он может отсутствовать). Подстроечные элементы предназначены для периодического использования. Имеют ресурс примерно на 1000 перемещений.

- **Регулируемые:** здесь диапазон возможного сопротивления выше. Такие резисторы востребованы при необходимости регулировки громкости, частоты. Имеют ресурс на 5000 и более перемещений.

По способу управления переменные резисторы в основном делят на две категории:

- **Поворотные.** Проводящий ток элемент имеет вид кольца, которое поворачивается регулировочным механизмом с помощью специальной ручки. Различают однооборотные и многооборотные резисторы.

- **Ползунковые.** Регулировка сопротивления выполняется не ручкой, а специальным ползунком. Его перемещение в одну или другую сторону позволяет уменьшить или увеличить нагрузку на цепь.

- **Потенциометр** – это переменный резистор, предназначенный для деления электрического напряжения. Механические регуляторы напряжения имеют подвижный контакт. Также сегодня производятся цифровые

потенциометры, у которых нет подвижных компонентов (сопротивление регулируется программно).

Реостат – это переменный резистор, предназначенный для регулировки силы тока в цепи. Позволяет ограничивать ток в обмотках возбуждения электронных устройств, работающих с постоянным током. Это позволяет выравнивать значительные перепады электрического тока, устранять динамические перегрузки, от которых оборудование может выйти из строя. Большая часть переменных резисторов может выполнять функции как потенциометра, так и реостата.

Особенности работы резистора при его использовании в составе электрической цепи могут быть описаны его электрическими параметрами. Одним из ключевых параметров устройства является его вольтамперная характеристика, то есть показатель зависимости величины напряжения и силы тока, который проходит через резистор. Различают два вида элементов:

- **Линейные** резисторы. Сопротивление в них не меняется при изменении напряжения или силы тока.

- **Нелинейные** резисторы (часто называются полупроводниковыми). Сопротивление в них меняется под действием управляющих факторов: напряжения, силы тока и т. д. Допустим, в выключенной лампе накаливания сопротивление в 10-15 раз меньше, чем при ее работе в режиме освещения.

Есть несколько видов нелинейных резисторов:

- **Варистор**. Это электронный компонент, сопротивление которого меняется при изменении напряжения в цепи. Элемент применяется в генераторах и другом оборудовании для стабилизации и защиты от перенапряжений, для регулировки усиления, преобразования частоты и напряжений.

- **Терморезистор** (или термистор). В нем сопротивление меняется при изменении температуры. Различают устройства с отрицательным и положительным температурным коэффициентом сопротивления.

- **Магниторезистор**. Показатели сопротивления меняются при изменении характеристик магнитного поля.

- **Аудиорезистор.** Сопротивление в цепи зависит от уровня звука в системе, где используется компонент.

- **Фоторезистор.** Его электрическое сопротивление меняет свои показатели под действием электромагнитных волн. Причем они могут создавать излучение в любом диапазоне (от инфракрасного до рентгеновского и гамма-излучения).

- **Тензорезистор.** В них сопротивление меняется при деформации элемента. В составе специальных устройств, тензодатчиков, используется для оценки механических повреждений у разных механизмов.

Используются в цепях постоянного тока. На корпусе изделия имеется один или два слоя тонкой проволоки, которая производится из нихрома, никелина или других материалов с высоким электросопротивлением. Благодаря значительному удельному сопротивлению проводов возможно создание компактных резисторов. Толщина используемых проводов зависит от силы тока, который будет проходить через резистор. Для защиты от повреждений сверху элемент обрабатывается специальным лаком. От типа изоляции зависит термостойкость изделия, его электрическая прочность, а также внешний диаметр провода. Чем толще провод, тем больше должен быть слой изоляции, и тем выше будет показатель прочности.

Измерения сопротивлений:

При последовательном соединении:

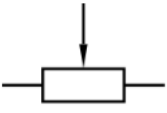
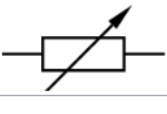
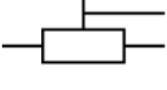
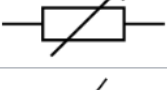
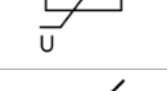

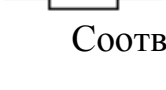
$$R_0 = R_1 + R_2 + R_3 + \dots$$

При параллельном соединении:

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots$$

Обозначение резистора в цепи:

Обозначаются резисторы в цепи следующим образом:

	Переменный резистор (реостат).
	Переменный резистор, включенный как реостат (ползунок соединен с одним из крайних выводов).
	Подстроечный резистор.
	Подстроечный резистор, включенный как реостат (ползунок соединен с одним из крайних выводов).
	Варистор (сопротивление зависит от приложенного напряжения).
	Термистор (сопротивление зависит от температуры).
	Фоторезистор (сопротивление зависит от освещенности).

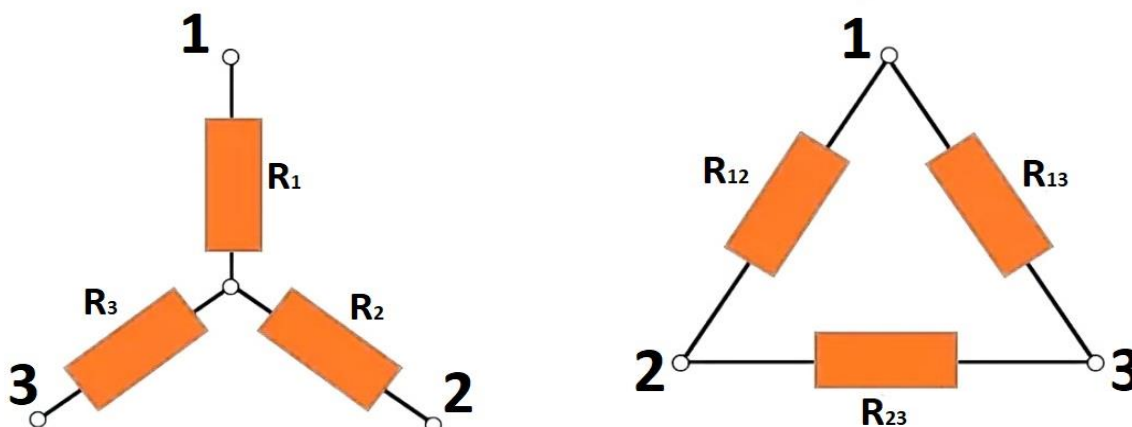
Соответственно резистор в схеме представляет из себя прямоугольник с двумя контактами (проводами). Зачастую обозначается буквой «R» и нижний индекс соответствует порядковый номер данного элемента в цепи, также индексы могут писаться следующий образом «1-N» или «1N», где N – число. Это значит, что сопротивление элемента относится к 1 элементу до N-ого. Ну и соответственно сопротивление элемента может писаться на схеме, например: « $R_1 = 5 \text{ МОм}$ », то есть сопротивление равно $5 \cdot 10^6 \text{ Ом}$.

Виды соединений резисторов.

Вам, вероятно, известно огромное количество соединений электрических элементов, в течение школьной жизни или на просторах интернета можно было видеть, что большинство соединений выполнены параллельно или последовательно по взаимно перпендикулярным или параллельным проводам, однако они могут соединяться не только под прямым углом, но и создавая подобие узоров. Приведём примеры подключения резисторов «Звездой» и «Треугольником».

Эти два вида соединения эквивалентны, так как, при одинаковой нагрузке между одноименными точками соединения в электрической цепи, токи, которые

подаются в одноименные точки, равны, а значит, и мощности, будут одинаковыми.



Также, резисторы могут соединяться смешанно, как и ранее приведённым образом, так и смешивая параллельное и последовательное соединения.

Обозначения (маркировки) резисторов:

Цвет знака	Номинальное сопротивление, Ом				Допуск, %
	Первая цифра	Вторая цифра	Третья цифра	Множитель	
серебристый	-	-	-	10^{-2}	± 10
золотистый	-	-	-	10^{-1}	± 5
черный	-	0	0	1	-
коричневый	1	1	1	10	± 1
красный	2	2	2	10^2	± 2
оранжевый	3	3	3	10^3	-
желтый	4	4	4	10^4	-
зеленый	5	5	5	10^5	$\pm 0,5$
голубой	6	6	6	10^6	$\pm 0,25$
фиолетовый	7	7	7	10^7	$\pm 0,1$
серый	8	8	8	10^8	$\pm 0,05$
белый	9	9	9	10^9	-

В действительности, резисторы представляются не всегда одинаковыми прямоугольными, цилиндрическими или прямоугольными с отходящими от них выводами. Возьмём для примера основной, часто встречающийся резистор.

Далее рассмотрим лишь одну разновидность резисторов, а именно фоторезистор.

1.2 ФОТОРЕЗИСТОР

Фоторезистор — это резистор, который меняет своё сопротивление в зависимости от количества света, падающего на его подложку. Изменение сопротивления под воздействием светового потока называется фоторезистивным эффектом.

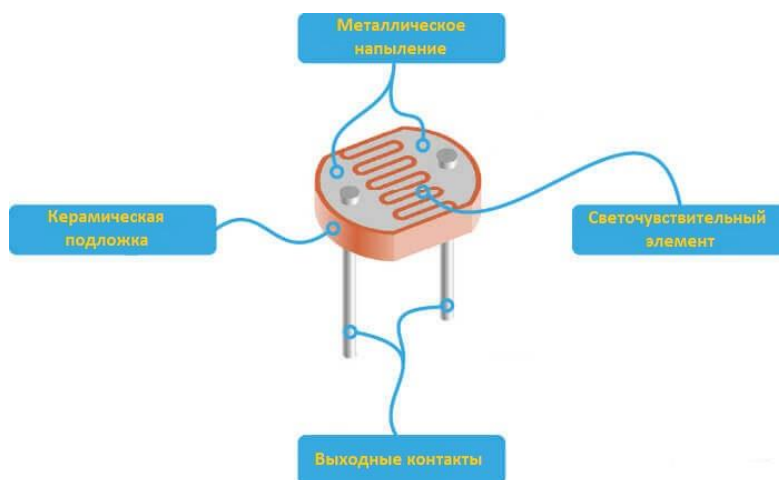
Сущность работы фоторезистора:

При уменьшении уровня освещенности сопротивление фоторезистора возрастает, а при увеличении освещенности — сопротивление падает.

Под действием фотонов света полупроводник насыщается электронами, в результате чего он становится способным проводить электрический ток. Чем больше электронов образуется, тем меньшее сопротивление току оказывает полупроводниковый материал.

Составляющие фоторезистора:

В общем случае фоторезистор представляет из себя керамическую подложку, на которую первым покровом нанесен светочувствительный слой, а вторым — металлический слой с зазором в виде изогнутой линии — «змейки». Зазор разделяет металлизацию на два отдельных контактных слоя, к которым закреплены выводы под пайку. Форма выреза в виде «зигзага» обеспечивает хорошую засветку фоточувствительного материала.



Для напыления слоя полупроводника используют различные фоторезистивные материалы. Для фиксации видимого спектра света применяют селенид кадмия и сульфид кадмия в качестве светочувствительного слоя.

Список материалов восприимчивых к инфракрасному излучению:

- Германий (Ge) чистый либо легированный примесями золота (Au), меди (Cu), цинка (Zn);
- Кремний (Si);
- Сульфид свинца (PbS) и другие химические соединения на его основе;
- Антимонид (InSb) или арсенид индия (InAs);
- другие химические соединения чувствительные к инфракрасным лучам.

Особенности фоторезисторов:

- Фоторезистор не предназначен для точного измерения освещенности, а скорее для определения светлее или темнее стала окружающая среда.
- Вы можете подключить фоторезистор в схему любым полюсом.
- Фотосопротивление обладает инертностью, т.е. существует время задержки между изменением сопротивления от освещения. Для значительного падения сопротивления от воздействия луча света необходимо около 10 миллисекунд.
- При обратном действии для восстановления значения сопротивления понадобится около 1 секунды. Из-за этих свойств фоторезистор постепенно вытесняется другими компонентами, которые быстро фиксируют резкие скачки освещенности.

Где используется фоторезистор.

Ранее фоторезисторы применялись для индикации или при отсутствии света. Сейчас фоторезисторы вытесняются фототранзисторами и фотоприемниками, которые используются в таких сферах как:

- Полиграфическая промышленность – для обнаружения обрывов бумажной ленты, контроля количества листов бумаги, которые подаются в печатную машину.
- Освещение для автоматического включения света в темное время суток.
- Системы сигнализации. Чувствительный элемент освещается излучателем, в случае появления препятствия между ними – срабатывает сигнализация или исполнительный механизм. Например, турникет в метро.
- Бытовая электроника, например, датчик освещенности в мобильном для автоматической подстройки экрана в зависимости от времени суток.
- В робототехнике фоторезистор получил второй шанс на существование благодаря простоте использования. Если встроить фоторезистор в робота, можно определять степень освещенности, фиксировать белые или черные участки на

поверхности. Это дает возможность двигаться по линии или совершать другие действия.

1.3 ЛАМПОЧКА

Лампочка – искусственный источник света, в котором свет испускает тело накала, нагреваемое электрическим током до высокой температуры.

Лампы изготавливают для различных рабочих напряжений. Так как металлы имеют малое удельное сопротивление, то, для достижения такого сопротивления необходим длинный и тонкий провод. Диаметр провода в обычных лампах составляет 20—50 (10^{-6} м.).

Устройство лампочки.

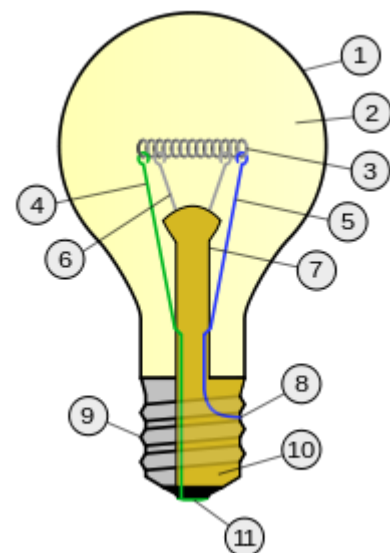
Тело накаливания нагревается при протекании через него электрического тока (тепловое действие тока $Q = I^2 \cdot R \cdot t$, где Q – выделяемое количество теплоты проводником за время протекания по нему тока t ; R – сопротивление проводника; I – сила тока, текущая по проводнику). Температура тела накаливания повышается после замыкания электрической цепи и, соответственно, начинает излучаться свет.

Так как при включении нить накала находится при комнатной температуре, её сопротивление примерно на порядок меньше сопротивления при рабочей температуре. Поэтому при включении через тело накала кратковременно протекает очень большой ток (в 10 — 14 раз больше рабочего тока). По мере нагревания нити её сопротивление увеличивается и ток уменьшается. В отличие от современных ламп, лампы накаливания с угольными нитями при включении работали по обратному принципу — при нагревании их сопротивление уменьшалось, и свечение медленно нарастало.

Конструкция лампочки:

1 – колба(чтобы исключить окисление тела накала при контакте с воздухом); **2** – полость колбы (вакуумированная или наполненная газом); **3** – нить накала/тело нити (место излучения света)(из вольфрама W или его сплавов); **4, 5** – электроды (закрепляют нить накала и проводят ток, изготовленные из

молибдена Mo); **6** – крючки-захваты нити(удерживают нить накала); **7** – патрон лампы (устройство, при помощи которого лампочки осветительных приборов подключаются к сети); **8** – предохранитель(для предотвращения перегрузки питающей цепи в случае возникновения электрической дуги в момент перегорания тела накаливания лампы); **9** – корпус цоколя(из алюминия (Al), на конце корпуса – контакт, к которому присоединены электроды); **10** – изолятор цоколя (стекло); **11** – нижний контакт цоколя.



Как особенность, возрастающая характеристика сопротивления нити накала (при увеличении тока сопротивление растёт) позволяет использовать лампу накаливания в качестве примитивного стабилизатора тока. При этом лампа включается в стабилизируемую цепь последовательно, а среднее значение тока выбирается таким, чтобы лампа работала вполнакала.

Характеристики.

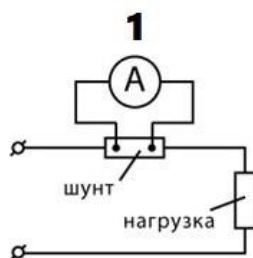
- **Световой поток** – это количество света, которое выдаёт лампа.
- **Потребляемая мощность** – количество электроэнергии, потребляемое лампой в час.
- **Энергоэффективность** – это отношение светового потока к потребляемой мощности.

1.4 АМПЕРМЕТР

Амперметр - прибор для измерения силы тока в амперах.

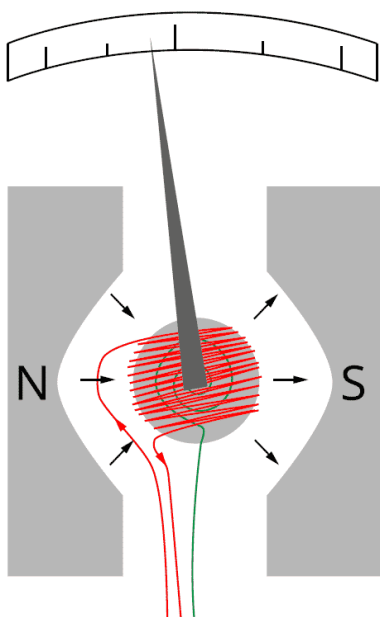
В электрическую цепь амперметр включается последовательно, с учётом полярности с тем участком электрической цепи, силу тока в котором измеряют. Приводит к короткому замыканию, если подключать параллельно. Поэтому, как элемент цепи, чем ниже внутреннее сопротивление амперметра (идеальным амперметром называют тот, у которого сопротивление равно нулю), тем меньше

будет влияние прибора на исследуемый объект, и тем выше будет точность измерения. Для увеличения предела измерений,



амперметр снабжается трансформатором тока (только для цепей переменного тока) или шунтом (для цепей постоянного и переменного тока) - устройство, которое позволяет электрическому току протекать в обход какого-либо участка схемы. Отсюда: шунтирование — процесс параллельного подсоединения электрического элемента к другому элементу, обычно с целью уменьшения итогового сопротивления цепи.

Как устроено измерение силы тока в амперметре?



Амперметр состоит из постоянного магнита и стального сердечника, а также алюминиевой рамки с обмоткой тонким проводом и прикрепленной стрелкой, которая помещена между магнитом и сердечником. При прохождении тока по проводу катушки возникает электромагнитное поле, которое отклоняет рамку со стрелкой, которая перемещается по шкале соприкасаясь с постоянным магнитным полем. Излишнее колебание

стрелки мешает точному определению показаний устройства.

Применяется амперметр в таких сферах, как энергетика, в производстве различного рода энергии, промышленность разных сфер, в каждой электролаборатории обязательно будет амперметр и в быту амперметр достаточно широко распространён.

Основные характеристики амперметра:

- Конечное значение диапазона измерения.

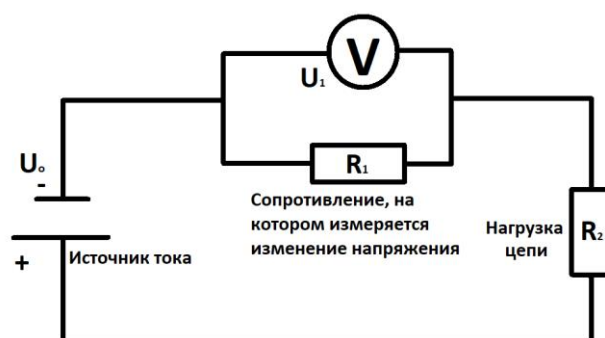
- Диапазон рабочих частот.
- Допустимая погрешность.
- Потребляемая мощность, напряжение.

1.5 ВОЛЬТМЕТР

Вольтметр – прибор для измерения напряжения в Вольтах (В). Как элемент в цепи, обладает своими характеристиками. Его устройства, как и любых других электромеханических устройств (амперметр) одинаково.

В электрическую цепь включается параллельно (это делается для того, чтобы высокое сопротивление, используемое в приборе, не оказывало влияние на показания прибора. Величина тока, протекающего через прибор, должна быть минимальной), всё так же, учитывая полярность на участке цепи.

Идеальный вольтметр должен обладать бесконечно большим внутренним сопротивлением. Поэтому *чем выше внутреннее сопротивление в реальном вольтметре, тем меньше влияния оказывает прибор на измеряемый объект и, следовательно, тем выше точность и разнообразнее области применения.*



Основные характеристики вольтметра:

- Диапазон измерения напряжений.
- Допустимая погрешность или класс точности.
- Диапазон рабочих частот.
- Сопротивление вольтметра.

Используется в тех же сферах, что и амперметр.

ГЛАВА 2. ГРАФИЧЕСКОЕ И ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ

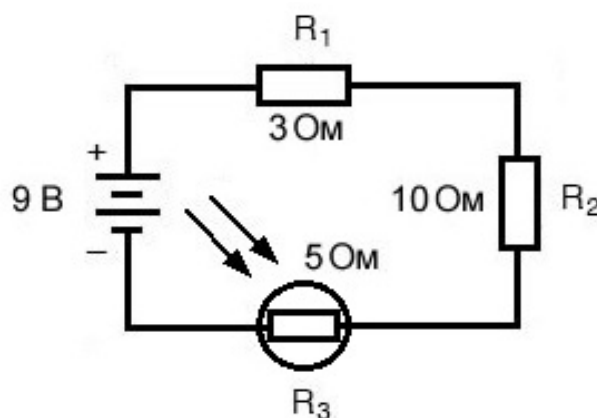
Подтвердим графически (в практическом рассмотрении) зависимость добавления некоторых элементов в электрическую цепь.

2.1 РЕЗИСТОР И ФОТОРЕЗИСТОР

При добавлении в цепь резистор поглощает электрическую энергию и рассеивает ее в виде тепла. Однако резистор создает потери мощности и выделяет тепло.

При включении в цепь противодействие тока не зависит от применяемой частоты. Резистор может блокировать постоянный и переменный ток.

Построим цепь из небольшого аккумулятора (батарейка «КРОНА»), создающего напряжение в 9В, трёх последовательно соединённых резисторов (два резистора и один фоторезистор):



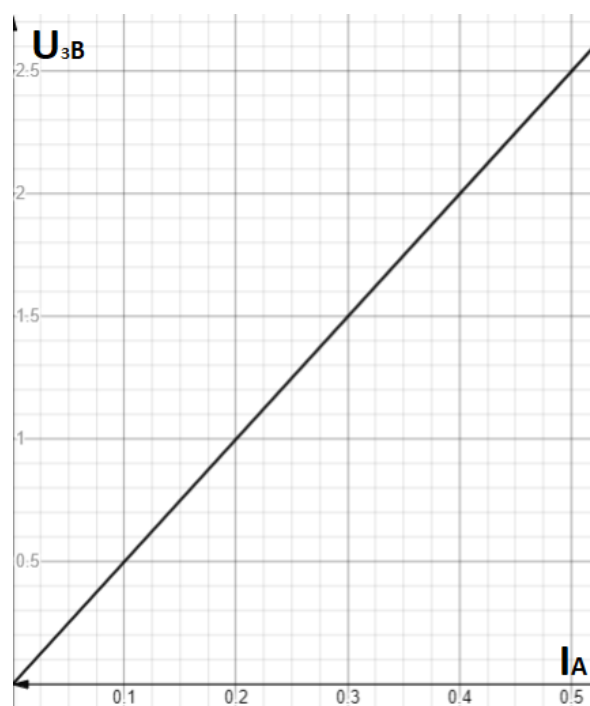
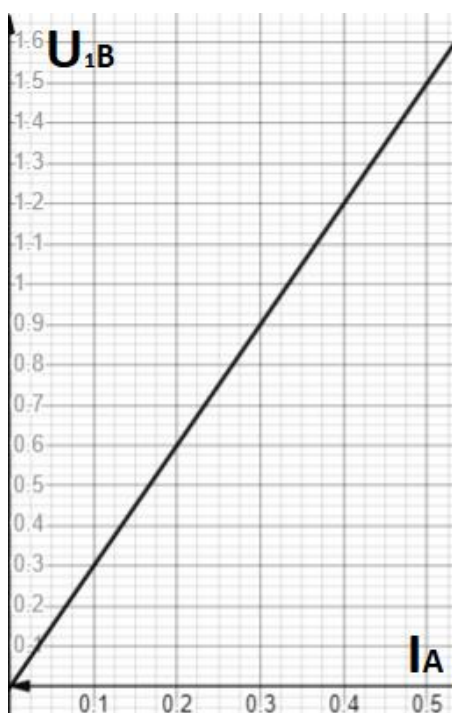
Подав напряжение в цепь, ток соответственно направился от отрицательного полюса («-») к положительному («+») полюсу источника тока.

Рассчитаем общую силу тока по Закону Ома, вычислив общее сопротивление как сумму сопротивлений резисторов:

График вольтамперной характеристики резистора линейный и его можно записать уравнением $I_0 = \frac{U}{R} = \frac{9\text{ В}}{3\text{ Ом}+5\text{ Ом}+10\text{ Ом}} = \frac{9\text{ В}}{18\text{ Ом}} = 0,5\text{ А}$. Теперь изучим вольтамперную характеристику 1-ого резистора и 3-его фоторезистора:

$$U_1 = I \cdot R_1 = 0,5 \cdot 3 = 1,5\text{ В}; U_3 = I \cdot R_3 = 0,5 \cdot 5 = 2,5\text{ В}.$$

Графики вольтамперной характеристики резистора и фоторезистора слева направо:



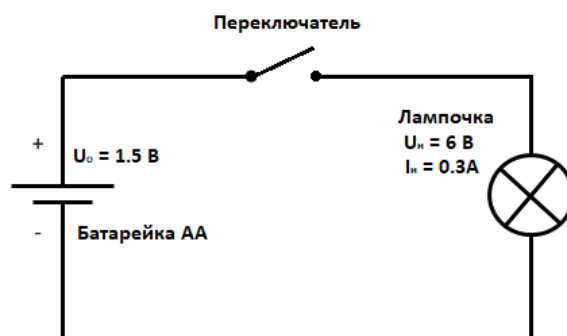
2.2 ЛАМПОЧКА

Для примера мы можем рассмотреть простую схему, составленную из любого гальванического элемента, переключателя и лампочки:

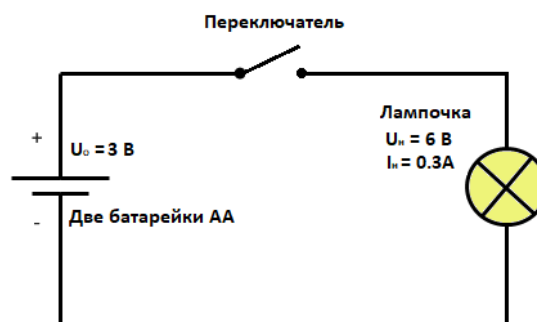
Напряжение на всей цепи (1 батарейка АА) $U_0 = 1,5 В$, а

номинальные напряжения и сила тока для лампочки $U_n = 6 В$, $I_n = 0,3 А$, что чуть вдвое больше прилагаемого напряжения, значит должна будет гореть, но не ярко.

Когда переключатель перейдёт в замкнутое состояние, то ток пойдёт от отрицательного («-») к положительному («+») полюсу источника тока. И можем заметить, что лампочка тускло горит, значит добавим ещё одну батарейку.

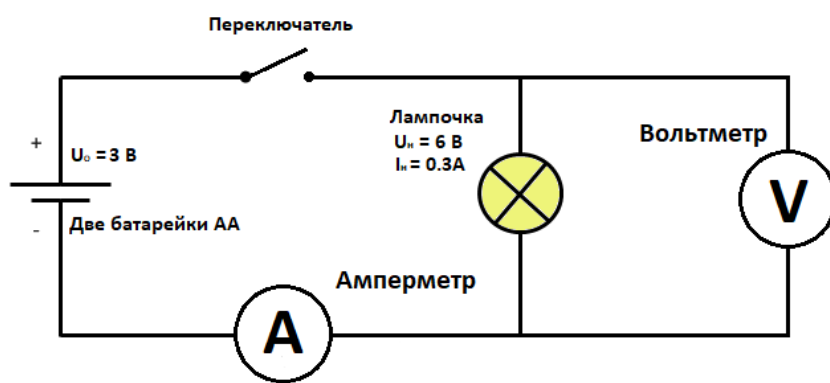


Лампочка горит, так как батарейки соединены последовательно, а соответственно и напряжения увеличатся вдвое, а соответственно и напряжение в цепи приблизится к напряжению, на которое рассчитана лампочка.



Теперь мы можем подключить амперметр и вольтметр для изучения вольтамперной характеристики лампочки.

За время, пока мы подключаем добавляли батарейки, мы могли проследить изменения в яркости горения лампочки и то, что она



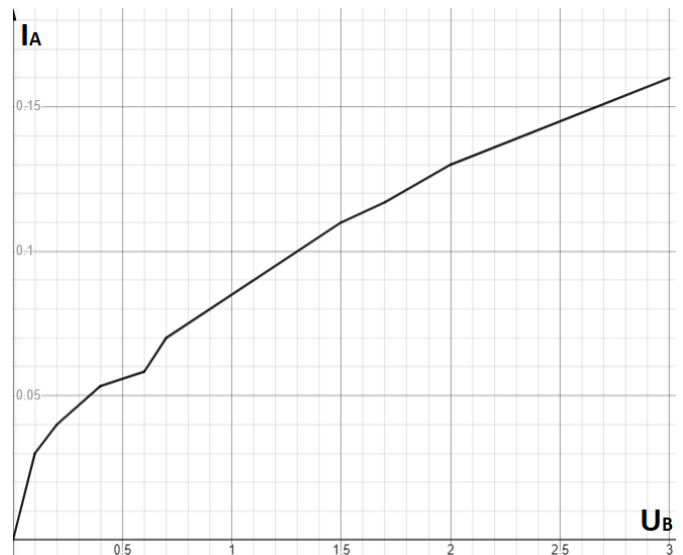
обладает некоторыми номинальными (максимальными) величинами. Т.е. чем большее напряжение мы подаём, тем ярче лампочка горит. Однако, при продолжении увеличения напряжения, лампочка может перегореть, из-за превышенного номинального значения. Зная номинальные значения, мы можем изучить зависимость горения лампы от подаваемого напряжения и силы тока.

Вольтамперная характеристика у ламп накаливания нелинейна. Нелинейность обусловлена зависимостью сопротивления нити накала от температуры, т.е. при нагревании растёт сопротивление нити накала. Автоматически создается устойчивый режим, т.е. ток при постоянном напряжении не может измениться из-за внутренних причин. Это позволяет включать лампу накаливания прямо на напряжение.

Проследим зависимость силы тока от напряжения по возрастающей:

Так как измерения проводились экспериментально, то и график выполнен линейным построением.

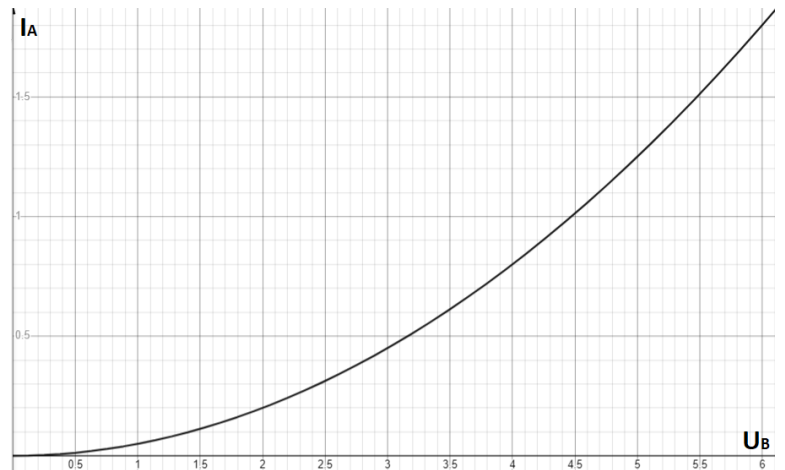
Отсюда, мы можем проследить начальный подъём силы тока при загорании лампочки и менее возрастающий характер на дальнейшем участке повышения напряжения.



Соответственно, на основе вычислений, найдём мощность цепи, для возрастания мощность от 0 В до 6 В. Но, для начала, вычислим общее

сопротивление цепи $R_0 = \frac{U}{I} =$

$$\frac{6}{0,3} = 20 \text{ Ом.}$$



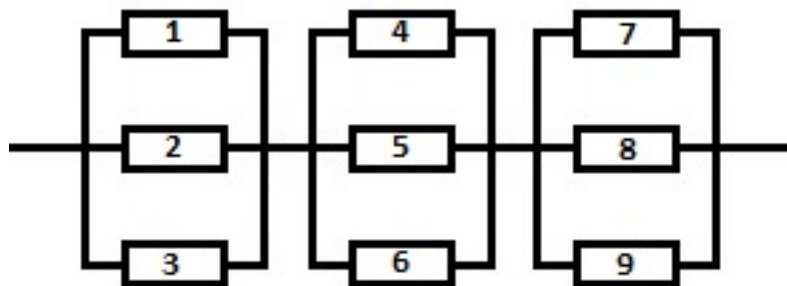
То есть, мощность цепи нелинейно возрастает до номинального значения напряжения лампочки. Однако, в момент перегорания мощность значительно падает, так как напряжение лампочки вновь становится велико.

2.3 ЗАДАЧИ ПО ТЕМЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ЦЕПИ

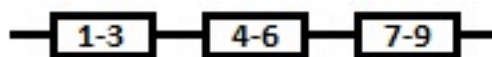
Особого алгоритма решения данных задач нет. Однако, удобнее всего решать задачу рассчитав для начала необходимые сопротивления, по ранее приведённым формулам в 1 главе. А уже опираясь на сопротивления, найти либо требуемое напряжение, либо силу тока, используя равенство токов в

последовательной цепи и равенство напряжений при параллельном соединении.

Так же, для удобства, можно составить равносильную схему, например:



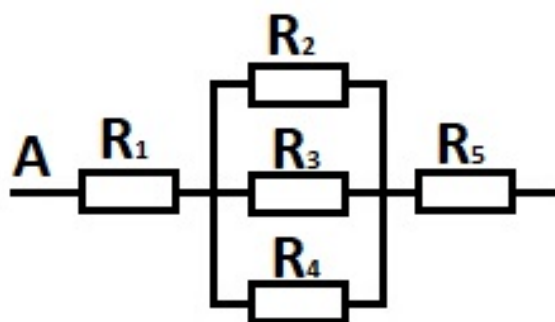
Данная цепь эквивалентна цепи:



Поэтому, при решении задач на электрические схемы необходимо самостоятельно разрабатывать алгоритм поиска и решения, нахождения неизвестного из последовательности действий нахождения через известные. Рассмотрим несколько примеров таких задач.

1. Цепь составлена при помощи 5 резисторов, между двумя последовательно соединёнными резисторами находится ветвь, составленная из 3 параллельно соединённых резисторов. Известно, что $R_1 = 40 \text{ Ом}$, $R_2 = 50 \text{ Ом}$, $R_3 = 100 \text{ Ом}$, $R_4 = 300 \text{ Ом}$, $R_5 = 30 \text{ Ом}$, $U_5 = 120 \text{ В}$. Найдите силы тока и напряжения на каждом из них и на всей цепи.

Решение:



Так как R_2, R_3, R_4 соединены параллельно, то их общее сопротивление:

$$1) \frac{1}{R_{2-4}} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} = \frac{1}{50 \text{ Ом}} + \frac{1}{100 \text{ Ом}} + \frac{1}{300 \text{ Ом}} = \frac{1}{30 \text{ Ом}}$$

$$R_{2-4} = 30 \text{ Ом.}$$

2) Так как R_1, R_{2-4} и R_5 соединены последовательно, то общее сопротивление:

$$R_0 = R_1 + R_{2-4} + R_5 = 40 \text{ Ом} + 30 \text{ Ом} + 30 \text{ Ом} = 100 \text{ Ом}.$$

3) При последовательном соединении силы тока $I_1 = I_{2-4} = I_5$

Найдём силу тока для 5-ого резистора по Закону Ома:

$$I_5 = \frac{U_5}{R_5} = \frac{120 \text{ В}}{30 \text{ Ом}} = 4 \text{ А} = I_1 = I_{2-4}.$$

4) Найдём напряжения на участке U_1 и U_{2-4} :

$$U_1 = I_1 \cdot R_1 = 4 \cdot 40 = 160 \text{ В}; U_{2-4} = I_{2-4} \cdot R_{2-4} = 4 \cdot 30 = 120 \text{ В},$$

$$U_{2-4} = U_2 = U_3 = U_4, \text{ т.к. соединение параллельное.}$$

5) По закону Ома найдём значения сил тока на 2-4 резисторах:

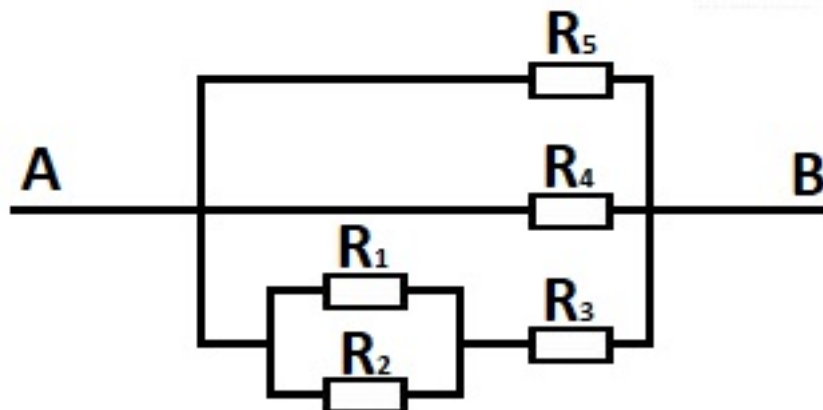
$$I_2 = \frac{U_2}{R_2} = \frac{120}{50} = 2,4 \text{ А}. I_3 = \frac{U_3}{R_3} = \frac{120}{100} = 1,2 \text{ А}. I_4 = \frac{U_4}{R_4} = \frac{120}{300} = 0,4 \text{ А}.$$

6) Найдём полное напряжение и силу тока:

$$U_0 = U_1 + U_{2-4} + U_5 = 160 + 120 + 120 = 400 \text{ В}.$$

$$I_0 = \frac{U_0}{R_0} = \frac{400}{100} = 4 \text{ А}.$$

2. Дана электрическая схема, где $R_1 = 9 \text{ Ом}$, $R_2 = 18 \text{ Ом}$, $R_3 = 6 \text{ Ом}$, $R_4 = 36 \text{ Ом}$, $R_5 = 18 \text{ Ом}$, $I_1 = 6 \text{ А}$. Найти значение сил тока и напряжения на каждом из резисторов и во всей цепи.



Решение:

1) Так как 1 и 2 резисторы соединены параллельно, а 3 последователен, то:

$$R_{1-2} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} = \frac{9 \cdot 18}{9 + 18} = 6 \text{ Ом. } R_{1-3} = R_{1-2} + R_3 = 6 + 6 = 12 \text{ Ом.}$$

2) Найдём общее сопротивление:

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_{123}} + \frac{1}{R_5} + \frac{1}{R_4} = \frac{1}{12} + \frac{1}{18} + \frac{1}{36} = \frac{1}{6}. \text{ Следовательно } R = 6 \text{ Ом.}$$

3) Так как 1 и 2 резисторы соединены последовательно, то

$$U_1 = U_2 = I_1 \cdot R_1 = 6 \cdot 9 = 54 \text{ В.}$$

4) Найдём силу тока на 2-ом и 3-ем резисторах:

$$I_2 = \frac{U_2}{R_2} = \frac{54}{18} = 3 \text{ А; } I_3 = I_1 + I_2 = 6 + 3 = 9 \text{ А.}$$

5) Рассчитаем напряжения на 1-3-их и на 3-ем, 4-ом, 5-ом резисторах:

$$U_{123} = I_1 \cdot R_{123} = 9 \cdot 12 = 102 \text{ В; } U_3 = I_3 \cdot R_3 = 9 \cdot 6 = 54 \text{ В;}$$

Так как 1-3-ие резистора последовательным 4-ому и 5-ому, то:

$$U_{123} = U_4 = U_5 = 108 \text{ В.}$$

6) Рассчитаем силы тока на 4-ом и 5-ом резисторах:

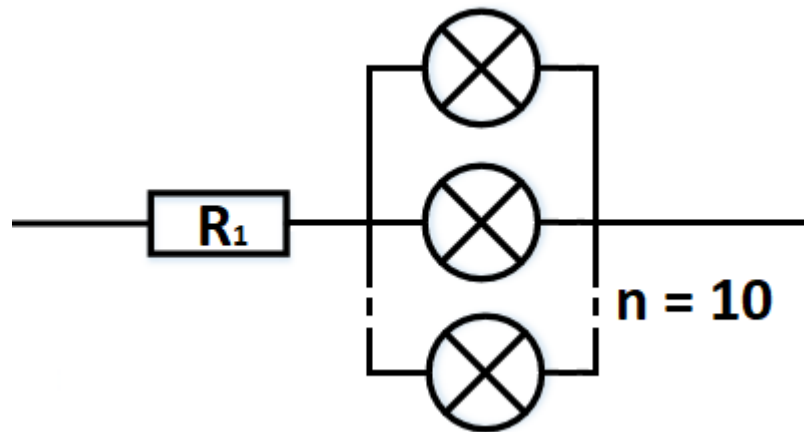
$$I_4 = \frac{U_4}{R_4} = \frac{108}{36} = 3 \text{ А; } I_5 = \frac{U_5}{R_5} = \frac{108}{18} = 6 \text{ А.}$$

7) Найдём соответственно общую силу тока:

$$I = \frac{U}{R} = \frac{108}{6} = 18 \text{ А.}$$

3. К участку цепи с напряжением 12 В через резистор с сопротивлением $R_1 = 2$ Ом подключены 10 одинаковых лампочек сопротивлением 5 Ом. Найти напряжение на каждой лампочке.

Решение:



1) Так как лампочки подключены параллельно, то напряжение на них будет одинаковым, а сила тока на резисторе и на ветви с лампочками равно, то, по закону Ома для участка цепи:

$$I_1 = \frac{U_1}{R_1} = \frac{U_2}{R_2}$$

2) $U_1 = U_0 - U_2$, то:

$$\frac{U_0 - U_2}{R_1} = \frac{U_2}{R_2}, \text{ Отсюда } U_2 = \frac{U_0 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

3) Найдём R_2 как $\frac{1}{10}$ сопротивления лампочки, так как все они равны и их количество равно 10:

$$R_2 = \frac{R}{10};$$

4) Отсюда получим:

$$U_2 = \frac{U_0 \cdot R_2}{10 \cdot (R_1 + \frac{R_2}{10})} = \frac{12 \cdot 10}{10 \cdot (2 + \frac{10}{10})} = 4 \text{ В.}$$

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В заключение к изучению данной литературы по данной теме, я детально разобрал теорию об основных характеристиках некоторых элементов электрической цепи, провёл исследование строения данных объектов, изучил их характеристики и, для обширного понимания, изучил области применения данных элементов. Исходя из теории, мы можем всё же выявить необходимость использования тех или иных элементов электрической цепи, ранее изученных в физике и потребных до сих пор, ведь даже если осмысленно оглядеться в своём месте проживания, пребывая на улице в городе, посёлке городского типа и т.п., мы можем наблюдать большую концентрацию электрических элементов вокруг нас. Например, вы, вероятно, ежедневно пользуетесь мобильным устройством, а задумываетесь ли вы насколько огромное количество составляющих он имеет? Возьмём тот же процессор - электронный блок либо интегральная схема (микросхема на крошечной пластинке (кристаллике) с высокой плотностью упаковки электрически связанных между собой элементов), исполняющая машинные инструкции, главная часть аппаратного обеспечения компьютера или программируемого логического контроллера. Он состоит из огромного количества различных элементов, изначально для эксплуатации которых и требовался анализ его составляющих, для дальнейшей эксплуатации научно и для потребителя.

Т.е. данный вид исследования крайне важен для дальнейших открытий и исследований в науке, что позволит создавать новое, изучая ранее малоизученное или для улучшения некоторых свойств элементов, исследуя различные зависимости элементов, при пребывании ими в цепи для различных преобразований.

Большинство людей желают связать свою профессию именно с данной тематикой, а именно «электричество», например: электрик, электромонтёр, электрослесарь, инженер-электротехник, инженер-энергетик. Но даже если вы считаете, что данные профессии не столь популярны, вы наверняка могли видеть огромное количество выставок, посвящённых данной научной тематике, как

большинство студентов, учащихся на IT-специальности, строят свои проекты, пускай и не совсем великие, но те, что, вероятно, внесут вклад в будущее.

В дополнение, для подтверждения теории, ранее приведённой, я выполнил построение графиков вольтамперной характеристики, наглядно описывающих характеристики некоторых элементов электрической цепи. Изучил свойства данных элементов, зависимости графиков различных элементов и причинности той или иной закономерности в построении графика объекта цепи. Провёл расчёты физических величин для цепи и элементов отдельно с наглядным представлением схемы электрической цепи.

В заключение я привёл алгоритм решения задач, относящихся к данной теме, собрал цепочку задач, усваивающих и закрепляющих материал, ранее исследуемый, детально комментируя и приводя решение данных задач как опорный пункт решения тематических задач.

Данная работа позволила мне углубить мои знания по данной тематике и осуществить первые шаги к изучению своей будущей профессии.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. <https://oooevna.ru/volt-ampernye-harakteristiki-elektriceskih-lamp/>
2. <https://ru.wikipedia.org/wiki/Амперметр>
3. <https://ru.wikipedia.org/wiki/Вольтметр>
4. <https://bitkit.com.ua/ru/fotorezistor>
5. <http://elektrik.info/main/praktika/1405-moschnost-rezistora-oboznachenie-na-sheme.html>
6. <http://www.xn--b1agveejs.su/radiotehnika/132-zakon-oma.html>
7. https://www.ups-info.ru/for_partners/library/teoreticheskie_osnove_elektrotehniki_dlya_ibp_ups_ilem_ente_elektriceskih_tsepey/
8. <https://pue8.ru/elektrotehnik/813-ampmetr-naznachenie-skhemy-podklyucheniya-primenenie-tipy.html>
9. https://ru.wikipedia.org/wiki/Лампа_накаливания