

Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение
«Гимназия № 11 города Ельца»

Исследовательская работа

на тему:

**Основной закон Ома для участка электрической
цепи**

Выполнил:

ученик 8 «а» класса

МБОУ «Гимназия №11 г.

Ельца» и Детского

оздоровительно-

образовательного центра г.

Ельца, Липецкой обл.

Шерстяных Илья Сергеевич

Научный руководитель:

учитель физики

МБОУ «Гимназия №11 г.

Ельца»

Австриевских Наталья

Михайловна

Поваляев Борис Алексеевич

педагог дополнительного

образования ДООЦ

2019г.

План

Введение

Глава I. Основная часть

1. Исторические факты из жизни Георга Ома.
2. Начало экспериментальной деятельности Ома.
3. Магнитное поле термоэлектрического тока.
4. Экспериментальная установка Ома.

Глава II. Экспериментальная часть.

1. Что нужно, чтобы доказать закон Ома?
2. Прибор для эксперимента.
3. Экспериментальное обоснование закона Ома.

Заключение

Список используемых источников

Введение

В наши дни каждый школьник знаком с фундаментальным законом электрической цепи, который открыл выдающийся немецкий ученый Георг Ом. С ней обучающиеся знакомятся в курсе физики в 8 классе. Меня тоже заинтересовала эта тема. Ом установил простое на первый взгляд соотношение между электрическим током, напряжением и сопротивлением, но оно потребовало от него не только глубоких знаний, но и огромного многолетнего труда и удивительной настойчивости в достижении цели.

С предложенным учебным вариантом классических экспериментов по аргументации закона Ома для полной цепи постоянного тока все знакомы. В нашей работе мы не будем заново открывать этот закон. Мы рассмотрим опыты, которые когда-то позволили великому учёному сделать своё бессмертное открытие, и постараемся, используя современные средства, повторить его исследование. Нам важно понять, в чем же заключались сложности у Ома, и как он сумел их преодолеть.

Для существования электрического тока, то есть направленного движения зарядов, необходимо наличие электрического поля и свободных носителей зарядов.

Экспериментальное обоснование этого положения для проводников мы можем наблюдать на уроках физики или химии. Опыт для металлов и полупроводников поставить возможно всегда, на том основании, что при нормальных условиях свободные носители зарядов в них всегда есть. Наша работа освещает изучение физических явлений на более глубоком уровне, кроме того стенд для качественной проверки закона Ома поможет снять затруднения, которые возникают у учащихся при изучении данной темы и решении задач. (По результатам анкетирования см. Приложение 1). В этом и состоит **актуальность** нашего исследования.

Объект исследования – история создания основного закона для участка электрической цепи.

Предметом исследования выступает модель прибора для доказательства закона Ома.

Цель: исследование истории создания основного закона электрической цепи, сложностей, которые возникли у Георга Ома, и как он сумел с ними справиться.

Задачи:

1. Провести эксперименты по наблюдению физических явлений.
2. Выполнить математический расчет силы тока различными способами.
3. Проанализировать различные способы измерения.
4. Доказать взаимосвязь физических явлений, подтверждающих справедливость закона Ома на примере отдельно взятого физического оборудования (изготовленного самостоятельно с помощью знаний электротехники).

5. Научиться применять полученные знания при решении различных задач: на практике, в жизни и поделиться с этим с одноклассниками.

Гипотеза:

На самом ли деле у Георга Ома возникли сложности при установлении основного закона электрической цепи?

Методы:

- общенаучные методы: обобщение, систематизация, классификация полученных в ходе исследования данных;
- математический расчёт при изучении результатов работы измерения
- теоретические методы: проблемный анализ литературы в рамках исследуемой проблемы;
- наблюдение;
- анкетирование;
- эксперимент.

Новизна нашего исследования состоит в разработке и создании модели прибора для изучения основного закона для участка электрической цепи, что поможет повысить уровень обученности учащихся нашей школы.

Практическая значимость работы заключается в том, что изготовленный нами прибор можно применять на уроках физики, на занятиях по внеурочной деятельности, а также для создания учебных проектов.

Наша работа предполагает подробное изучение данного закона в курсе физики. Опыт, который мы приобретем, позволит проводить фронтальный эксперимент наиболее удобным способом. Более того, изучение данной темы поможет более глубоко подготовиться к выпускным экзаменам ЕГЭ и ГИА.

В своей работе мы использовали различные источники информации (научная и учебная литература, Интернет).

Опытно-экспериментальная база - МБОУ «Гимназия №11 г. Ельца» и МБУДО ДООЦ г. Ельца.

В ходе нашего эксперимента, мы сделали вывод, что Георг Ом, используя в своих опытах крутильные весы и ртутные контакты, сумел преодолеть трудности эксперимента с терм петлёй для изучения своего закона.

Оригинальность нашей работы- создание модели по схеме, интеграция предметов (физика, электротехника и математика).

Глава I. Основная часть

1. Исторические факты из жизни Георга Ома.



Георг Симон Ом родился 16 марта 1789 (хотя в ряде источников указан 1787 год) в немецком городе Эрлангене в семье потомственного слесаря; дед Ома тоже был слесарем. Отцу удалось пригласить нескольких профессоров Эрлангенского университета помочь его сыновьям овладеть основами математики, физики и философии. Это позволило Георгу блестяще окончить городскую гимназию.

После успешного окончания гимназии Георг под руководством трех профессоров Эрлангенского университета стал готовиться к поступлению в университет.

Сохранилось любопытное свидетельство профессора математики Эрлангенского университета К. Лангсдорфа, экзаменовавшего в июне 1804 г. пятнадцатилетнего Георга: «В течение пятичасовой беседы я проверил его знания по всем разделам элементарной математики, арифметики, геометрии, тригонометрии, статики и механики, а также выяснил его знания в области высшей геометрии и математического анализа. На все мои вопросы я получил быстрые и точные ответы. Почти убежден, что оба брата из этой семьи станут не менее знаменитыми, чем братья Бернулли; обладая таким усердием и имея такой талант, они обогатят науку, если найдут соответствующее внимание и поддержку». [4]

Весной 1805 г. Георг становится студентом философского факультета и с увлечением продолжает занятия математикой, физикой и философией.

Но путь сына потомственного слесаря к званию доктора философии был нелегким. Из-за материальных трудностей Георг через год покинул университет и стал учителем физики и математики вначале в одной из швейцарских школ. При этом он продолжал самостоятельно готовиться к завершению высшего образования. В 1811 г. он возвращается в Эрланген, чтобы успешно закончить университет и получить степень доктора философии.

Через несколько лет Георг становится учителем в Иезуитской коллегии г. Кельна, где была хорошо оборудованная физическая лаборатория, и Ом

получил возможность серьезно заняться экспериментами в области электромагнетизма, так как его педагогическая нагрузка была небольшая (18 часов в неделю). Все свободное время он проводит в лаборатории, ремонтируя старые и создавая новые приборы.

В те годы, как и многие молодые ученые, Ома привлекают электротехнические и магнитные явления. В 1812 г. Ом писал отцу, что продолжает штудировать классические труды Лапласа, Лежандра, Лагранжа, и все свое время отдает «изучению недавно открытого явления электромагнетизма». Чутье исследователя улавливает важную проблему в интересующей его отрасли знаний, разрешению которой он мог бы себя посвятить. Проблема гальванического тока была в то время наименее разработана.

В двадцатые годы 19 века электрические токи в проводниках были уже были известны, существовали источники тока, а именно, батареи гальванических элементов. Датский физик Ханс Кристиан Эрстед пришел к выводу, что электрический ток оказывает воздействие на стрелку компаса. Но физики почти не имели представление о том, что собой представляет этот ток, как его измерять, от чего он зависит. В то время не было не только никаких измерительных приборов, но даже еще и необходимой терминологии.

Георг Ом пришел к выводу, что первым делом нужно научиться количественно исследовать физическое явление. Для измерения тока уже раньше пытались использовать тот факт, что он вызывает нагревание проводника. Однако Г. Ом избрал для измерения тока не тепловое, а именно его магнитное действие, открытое Эрстедом. В приборе Ома ток, протекавший по проводнику, вызывал поворот магнитной стрелки, подвешенной на упругой расплющенной золотой проволочке. Экспериментатор, поворачивая микрометрический винт, к которому крепился верхний конец проволочки, добивался компенсации поворота, вызванного магнитным воздействием, и угол поворота этого винта и являлся мериллом тока.

Поначалу Ом использовал гальванические источники тока, но затем он обнаружил, что они создают ток, быстро убывающий со временем. Это обстоятельство даже явилось причиной неточностей в первой из публикаций Ома. Он нашел выход из этого положения, перейдя к использованию открытого Томасом Йоганном Зеебеком явления — возникновение тока в цепи из двух различных проводов, если спаи между ними имеют различные температуры. Ом в качестве источника тока использовал термоэлемент из висмута и из меди, один из спаев которых находился в кипящей воде, а другой — в тающем снеге.

2. Начало экспериментальной деятельности Ома

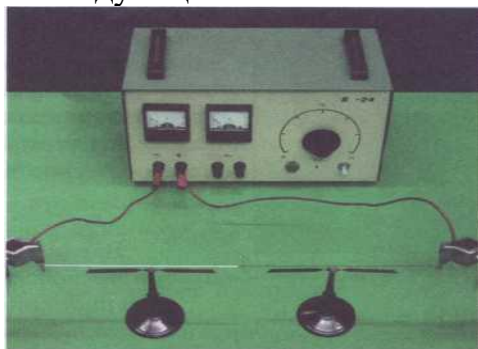
Опыты на уроках физики, в которых измеряются сила тока и напряжение при различных значениях сопротивления проводника, на первый взгляд, показывают, что действительно что сила электрического тока через проводник прямо пропорциональна напряжению на нём и обратно пропорциональна сопротивлению проводника. При этом в этих опытах используются амперметр и вольтметр, отградуированные фактически один по-другому в полном

соответствии с законом Ома, в связи с этим такие опыты вряд ли можно признать доказательными.

Таким образом, Ом, исследуя в 1825-1827 годах прохождение электрического тока в цепи, пытался выявить количественные закономерности, которые характеризовали это явление. В те далёкие времена привычные нам понятия силы тока, напряжения, электродвижущей силы, сопротивления ещё только зарождались или вообще отсутствовали. Не было никаких электроизмерительных приборов. Учёные подсознательно ощущали необходимость количественных измерений в электрических цепях. Но как это провести, если неизвестно, что именно нужно измерять и как именно это следует сделать?!

Ом в первую очередь понял, что силу электрического тока нужно определять по его магнитному действию. Он составил замкнутую цепь из батареи гальванических элементов и двух различных проводников, которые по-разному разогревались проходящим по ним током. Помещая над этими проводниками магнитную стрелку, Ом убедился, что она отклоняется на одинаковые углы, несмотря на различное тепловое действие тока (рис. 1). Так учёный получил надёжный измеритель силы тока. Включая в цепь металлические провода одного диаметра, но различной длины, он определял, как меняется при этом сила тока.

Несмотря на правильность общей методики эксперимента, на внимательное отношение к деталям опыта, на точность установки, Ому не удалось решить поставленную им задачу. Полученные им результаты, как уже указывалось, были неточными. Первые опубликованные им выводы были ошибочны: в экспериментах не удалось сразу установить правильный закон. Основной причиной этого явилось использование гальванического источника тока с большим внутренним сопротивлением, ЭДС которого быстро изменялась с течением времени и сильно зависела от включаемой нагрузки. Поэтому в последующих опытах Ом использовал в качестве источника тока термоэлемент.



а)



б)

Рис. 1. Магнитное действие тока на стрелку одинаково, независимо от теплового действия: последовательно соединены друг с другом многожильный медный провод в белой изоляции и нихромовый провод; а - источник питания выключен, б - по цепи идёт ток силой около 5 А.

3. Магнитное поле термоэлектрического тока

За несколько лет до исследований Ома, а именно, в 1821 году, немецкий физик Т. Зеебек открывает явление термоэлектричества. Он проводит детальное исследование этого явления, в результате чего приходит к неверному выводу, что разность температур в разнородных проводниках, соединённых между собой, приводит к выделению свободного магнетизма. Проще всего понять открытие и заблуждение Зеебека, если повторить его опыт.

Для этого потребуются медный и константановый проводники (константановый можно взять от старого реостата в школьном физическом кабинете). Чтобы убедиться, что вы имеете дело именно с константаном, измерьте мультиметром сопротивление «подозрительного» провода длиной около 2 м и затем сопоставьте получившееся значение с вычисленным по хорошо известной вам формуле

$$R = \rho \frac{l}{S}, \quad (1)$$

где ρ - удельное сопротивление, l - длина и S - площадь поперечного сечения проводника. Напомним, что удельные сопротивления константана и меди соответственно равны:

$$\rho_k = 42 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м}, \quad \rho_m = 1,75 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м}.$$

Далее изготавливаем терм петлю. Предположим, что имеется константановый провод диаметром 0,9 мм. Тогда сделайте 6 одинаковых отрезков этого провода длиной по 20 см и концы каждого из них (длиной примерно по 2 см), тщательно очистите от слоя оксида (для этого можно использовать острый нож). Затем, используя канифоль или иной флюс, облудите зачищенные концы проводов оловом или оловянно-свинцовым припоем. От медного провода диаметром 0,7 мм необходимо отрезать кусок длиной 30 см и, очистить от изоляции концы длиной по 5 см, затем тоже облудить их.

Концами медного провода необходимо обмотать концы сложенных в пучок отрезков константанового провода (плотно виток к витку). Места скруток пропаять, в качестве флюса используя канифоль. Описанный ниже опыт можно повторить, даже если зачищенные концы проводов просто плотно скрутить между собой.

Медному проводу необходимо придать 11-образную форму, зажать один из спаев в лапке штатива так, чтобы получившаяся терм петля расположилась горизонтально и медный провод оказался над константановыми. Между ними на пучок константановых проводов поместить компас. Магнитная стрелка компаса установится вдоль направления горизонтальной составляющей магнитного поля Земли. Затем, необходимо развернуть штатив так, чтобы терм

петля оказалась параллельной стрелке компаса.

Спиртовкой или газовой зажигалкой нагреваем незакреплённый спай терм петли. По мере роста его температуры стрелка компаса отклоняется, максимальный угол отклонения её может достигнуть $50-80^\circ$ (рис. 2).

Таким образом, нагревая один из спаев терм петли, возникает магнитное поле, которое отклоняет стрелку компаса. Вот почему Зеебек сделал вывод, что имеет дело с терм магнетизмом! В действительности же, конечно, нагревание спая приводит к появлению термоэлектрического тока, а уже проходящий по замкнутой цепи ток создаёт магнитное поле.



Рис. 2. Наблюдение магнитного действия термоэлектрического тока

4. Экспериментальная установка Ома.

Ом усовершенствовал «весы» Кулона, создав новый совершенно оригинальный электроизмерительный прибор. Зная об отклонении магнитной стрелки электрическим током, открытым в 1819 году датским физиком Эрстедом, Ом вместо коромысла с бузиновым шариком подвешивал над проводником магнитную стрелку и по углу ее отклонения определял магнитное действие электрического тока от термоэлемента с парой металлов «медь – висмут». [5]

Электрическая схема и внешний вид экспериментальной установки, созданной Омом, можно наблюдать на рис. 3. [5]

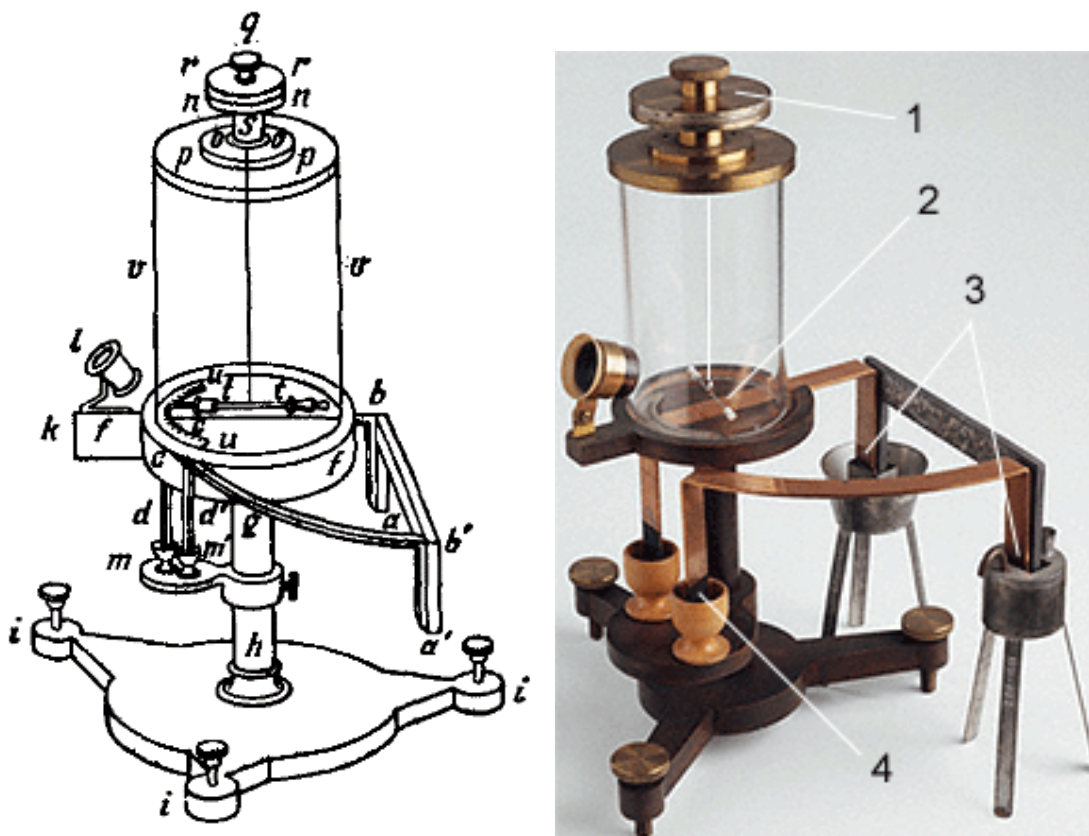


Рис. 3. Экспериментальная установка Георга Ома

Верхняя цилиндрическая часть прибора Ома представляет собой детектор тока — крутильные весы, ab и $a'b'$ — термоэлементы, изготовленные из двух медных проволок, припаянных к поперечному стержню из висмута; m и m' — чашечки со ртутью, к которой можно было подключать термоэлементы. К чашечкам подсоединялся проводник, концы которого каждый раз зачищались перед тем, как погружались в ртуть.

Ом отдавал себе отчет в важном значении чистоты материалов. Ом держал спай, a в кипящей воде, а спай, a' опускал в смесь льда с водой и наблюдал отклонение гальванометра.

Когда по цепи проходил электрический ток, магнитная стрелка отклонялась, вращением головки крутильных весов Ом возвращал её в исходное положение и по углу поворота головки определял силу тока в цепи.

Всю систему, изготовленную Омом, историки физики справедливо назвали «первым прибором для электрических измерений». [5]

По аналогии с формулой Фурье для теплового потока Ом находит формулу для электрического тока:

$$S = \frac{\Delta U}{(r\Delta x)/\omega},$$

где S — сила тока (его магнитное действие), а выражение в знаменателе Ом назвал «приведенной длиной», где Δx — длина проводника; ω — площадь его поперечного сечения, а r — удельное сопротивление, характеризующее материал проводника.

К сожалению, ученый мир Западной Европы вначале не оценил важности

открытия малоизвестного учителя гимназии, к тому же, подтверждение этого закона экспериментально обязывало создания уникальной измерительной установки, которая была бы только у Ома. Надеждам Ома не суждено было сбыться еще и потому, что в те годы в Германии господствовала натурфилософия, отвергавшая математические методы анализа экспериментальных данных. Ученые из крупнейших европейских университетов не очень доверяли малоизвестному учителю гимназии. Фарадей и Генри, выдающиеся физики-экспериментаторы того времени, не владели немецким языком и узнали об открытии Ома с опозданием, о чем до крайности сожалели. [6]

Глава II. Экспериментальная часть

1. Что нужно, чтобы доказать закон Ома?

Мы не будем делать подобную установку, а воспользуемся только идеей эксперимента.

Конечно же, можно разорвать медный проводник в терм петле, изображённой на рис. 2, и в разрыв включать проводники разного сопротивления.

В самом деле, терм петля в опыте расположена так, что её магнитное поле возле стрелки направлено перпендикулярно горизонтальной составляющей магнитного поля Земли. Стрелка отклоняется, показывая направление результирующего поля.

Для одного проводника петли ситуация изображена на рис. 4:

B_0 - горизонтальная составляющая индукции магнитного поля Земли

B_1 - индукция магнитного поля на расстоянии r от прямого проводника с током I , модуль которой, как известно, равен

$$B_1 = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}.$$

Как видно из рисунка, $B_1 = B_0 \operatorname{tg} \alpha$, где α - угол отклонения стрелки из первоначального положения, параллельного проводнику. Отсюда сила тока в проводнике

$$I = \frac{2\pi r B_1}{\mu_0} = \frac{2\pi r B_0 \operatorname{tg} \alpha}{\mu_0}.$$

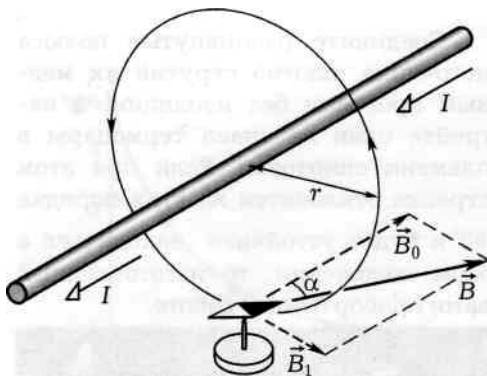


Рис. 4. К опыту по отклонению магнитной стрелки в магнитном поле тока в прямом проводнике

Терм петля состоит из двух параллельных проводников, по которым один и тот же ток идёт в противоположных направлениях. По правилу правого винта определяем, что поля, создаваемые этим током, в промежутке между проводниками складываются. Поэтому стрелка отклонится на тот же угол, а при силе тока в терм петле в два раза меньшей, чем в одиночном проводнике:

$$I = \frac{\pi r B_0 \operatorname{tg} \alpha}{\mu_0}.$$

В условиях эксперимента все величины этой формулы, кроме угла α , будут неизменны.

Из этого следует, ток в терм петле пропорционален тангенсу угла отклонения стрелки компаса от магнитного меридиана:

$$I \sim \operatorname{tg} \alpha. \quad (2)$$

Этот факт позволяет простым способом измерить силу тока.

Мы пробовали ставить опыт в соответствии с рассмотренной идеей. Результаты нас не удовлетворили, хотя ток оказался обратно пропорционален сопротивлению. В проведенном нами опыте внутреннее сопротивление источника не совпадало с расчётным. Мы посчитали, что всё дело в неоднородности магнитного поля, созданного терм петлёй: при сравнительно больших токах стрелка, отклоняется на значительные углы и попадает в более слабое поле. Поэтому она отклоняется меньше, чем могла бы отклониться, если бы поле было однородным. Без сомнения, чем больше ток, тем ощутимее эта ошибка, из-за того, что при малом токе стрелка выходит из терм петли не так существенно. Следовательно, большие значения силы тока оказываются более заниженными. Кроме того, установилось, что при больших токах необходимо обеспечить хорошие контакты во всех местах соединений элементов цепи.

Таким образом, можно сделать вывод, что Ом, который использовал в своих опытах крутильные весы и ртутные контакты, сумел преодолеть эти сложности эксперимента.

2. Прибор для эксперимента

Для того, чтобы получить однородное магнитное поле, необходимо сделать соленоид. В таком случае прибор проведения эксперимента может выглядеть следующим образом (рис. 5): из медного провода, диаметром 1,4 мм и длиной 1 м, изготовлена прямоугольная катушка 1 размером 12 x 40 x 40 мм, которая содержит 5 витков. Концы этого провода очищены от изоляции, облужены. Тонкой медной облуженной проволокой виток к витку к ним плотно прикручены облуженные концы шести отрезков константанового провода 2 диаметром 1,0 мм и длиной 20 см каждый. Места соединений спаяны оловом. Медный провод разрезан, на него надеты изолирующие хлорвиниловые трубки, участки провода с трубками скручены, и выступающие из трубок концы провода 3 тщательно очищены от изоляции. С этими полюсами терм источника соединяются исследуемые проводники 4 различной длины. Катушка 1

несколькими витками изоленты прочно закреплена на подставке 5 из изолятора. Внутрь катушки введён компас 6. В качестве исследуемых проводников используются отрезки медного провода в лаковой изоляции диаметром 0,3-0,5 мм, имеющие, например, такие длины: 25, 50, 75 и 100 см. Их сворачиваем в колечки 7.

Изготовив прибор, располагаем его так, чтобы ось катушки оказалась перпендикулярна стрелке компаса, и поворачиваем корпус компаса так, чтобы один из концов стрелки указывал на нуль шкалы. Убедимся, что рядом с прибором нет ферромагнитных предметов, влияющих на направление магнитной стрелки.

Соединив разомкнутые полюса источника, плотно скрутив их медным проводом без изоляции, и нагрев один из спаев термопары в пламени спиртовки, мы проверяем, (если при этом стрелка отклонится на угол порядка 80° и будет устойчиво находиться в этом положении, то изготовленный нами прибор готов к работе).

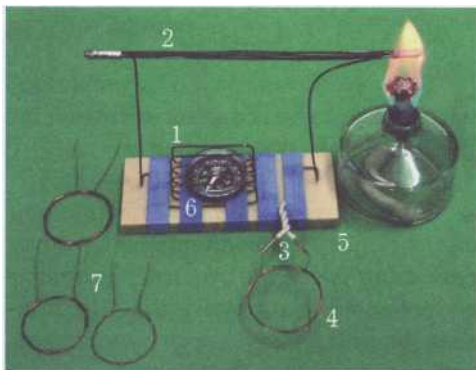


Рис. 5. Прибор для экспериментального обоснования закона Ома

3. Экспериментальное обоснование закона Ома

Сохранив пламя спиртовки, разомкнём полюса термоэлектрического источника и подсоединим к ним один из заготовленных нами проводов. Записав угол отклонения стрелки, вместо первого подсоединим второй провод и т. д. В опытах для медного провода диаметром 0,425 мм мы получили результаты, приведённые в первой и второй строках табл. 1. В третьей строке даны соответствующие значения тангенса угла, а отклонения стрелки компаса, пропорциональные согласно формуле (2) силе тока в цепи.

Таблица 1

X, см	0	25	50	75	100
α	78	71	60	55	48
$\operatorname{tg}\alpha$	4,70	2,90	1,73	1,43	1,11
$\operatorname{ctg}\alpha$	0,21	0,34	0,58	0,70	0,90

Строим график зависимости силы тока I (в экзотических единицах $\operatorname{tg}\alpha$) от длины провода x , получаем кривую, подобную той, которая изображена на рис.

б а и построена по данным табл. 1. Данная кривая напоминает гиперболу, ее уравнение можно записать соответственно

$$y = \frac{1}{x} \quad \text{или} \quad y = \frac{a}{x+b}, \quad (3)$$

если принять во внимание, что гипербола может быть растянута или сжата в а раз по вертикали и смещена на величину b по горизонтали.

Предположим, что зависимость силы тока I от длины провода L, представленная графически на рис. 6 а, можно выразить аналитически формулой

$$I = \frac{a}{x+b}. \quad (3)$$

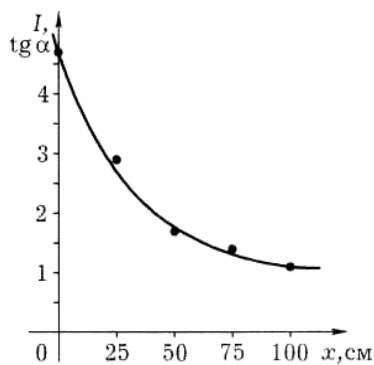


Рис. 6 а. Графическое представление закона Ома. Зависимость силы тока от длины провода внешне напоминает ветвь гиперболы

Как доказать справедливость этой формулы, если величины, а и b неизвестны?

Построим график, глядя на который, можно сказать, какой именно является выраженная им зависимость. Подобным графикам, который мы сразу узнаем, является только прямая линия. Поэтому, нужно из зависимости (3) получить линейную зависимость. Сделать это можно не сложно: достаточно вместо тока I взять в качестве функции величину, обратную току:

$$\frac{1}{I} = \frac{x+b}{a} = \frac{1}{a}x + \frac{b}{a}. \quad (4)$$

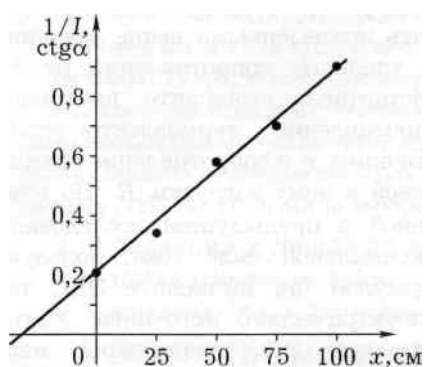


Рис. 6 б. Графическое представление закона Ома. Зависимость величины, обратно пропорциональной силе тока, от длины проводника линейна.

В таблице 1 содержится четвёртая строка, в которой приведены значения величины, обратной силе тока $1/I$, в единицах $\text{ctg } \alpha$. Если построить график зависимости $1/I$ - от длины x проводника, то получим прямую линию (рис. 6 б)! Это значит, что и формула (4), и формула (3) достоверны. Теперь выясним физический смысл констант, входящих в них.

Очевидно, что величина b имеет тот же смысл, что и x , так как в знаменателе формулы (3) стоит сумма этих величин. Опыт доказал, чем больше длина провода x , тем меньше сила тока I , текущего по цепи (см. табл. 1), откуда следует, длина провода характеризует сопротивление цепи, подключаемой к терм источнику. Но в тоже время, от опыта к опыту величина b оставалась постоянной, из этого следует, она является сопротивлением той части цепи, которая не изменялась в опытах.

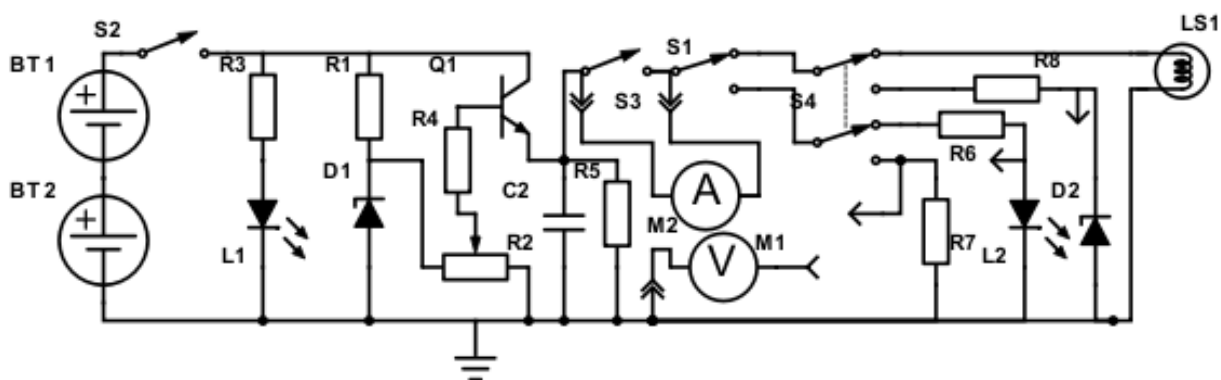
Итак, можно считать, что b - это внутреннее сопротивление источника, а x - сопротивление внешней цепи. Обозначим их привычными буквами $b = r$ и $x = R$.

Более того, опыт доказывает, что ток в цепи тем больше, чем больше разность температур спаев термопары: пока один из спаев терм источника нагревался, магнитная стрелка отклонялась всё сильнее. Таким образом, величина, a в формуле характеризует способность самого источника создавать в цепи электрический ток.

Этим экспериментом мы доказали справедливость закона Ома.

Без сомнения, возможны всякого рода варианты учебных опытов, которые бы подтверждали закон Ома. Однако в их числе одно из почётных мест необходимо отвести эксперименту, поставленному в соответствии с идеей, прославившей имя Георга Симона Ома.

Другого рода исследовательскую работу по применению закона Ома для участка цепи можно выполнить, если изготовить специальный стенд по схеме, рис.1.



В Детском оздоровительно-образовательном центре города Ельца в объединении радио конструирования под руководством педагога

дополнительного образования Поваляева Бориса Алексеевича разработан и изготовлен стенд.

Он состоит из стабилизатора-регулятора напряжения, выполненного на стабилитроне D1 и транзистора средней мощности Q1. Стабилитрон D1 и резистор R1 в комплексе являются элементами задающего параметрического стабилизатора. Стабилитрон D1(КС 168А) рассчитан на стабилизацию напряжения 6,8 В, дополнительный (балластный) резистор R1 75 Ом - на ограничение тока в цепи стабилитрона 35-40 мА. В связи с тем, что стабилитрон КС 168А (по справочнику) имеет напряжение стабилизации от 6,2 В до 7,2 В, резистор R1 подбирается по номиналу сопротивления. Параллельно стабилитрону устанавливается переменный резистор R2, с которого регулируемое напряжение подаётся на усилитель постоянного тока, выполненный на транзисторе VT1. От возможного возбуждения, а также компенсации малого тока утечки транзистора в схему введены конденсатор C2 и резистор R5. Далее регулируемое напряжение подаётся на тумблеры S1 и S3, S4. Тумблером S3 можно замыкать и размыкать цепь подачи напряжения на нагрузку (R7, LS1, D2, L2). Тумблерами S1, S4 – переключать нагрузки. Тумблер S2 отвечает за включение и выключение стенда. В схеме предусмотрены штыревые разъёмные соединения для подключения измерительных приборов: вольтметра и миллиамперметра. (двух мультиметров) Питается стенд от двух батарей 4,5 В типа КБС, соединённых последовательно.

Конструкция.

Конструктивно стенд изготовлен в виде прямоугольной деревянной платформы, на которой установлены батареи питания и печатная плата со всеми радиоэлементами схемы, за исключением измерительных приборов, которые подключаются отдельно к плате с помощью проводов. Транзистор VT1 установлен на алюминиевом радиаторе площадью 32см².

Радиоэлементы:

Резисторы: R1, R3-R8 - МЛТ

R2- СПЗ-4АМ, 5 кОм

Конденсатор: C2- К10-17, 0,47 мкФ

Стабилитрон: D1- КС 168А

D2- КС 139А

Светодиод: L1- АЛ 336

L2- АЛ 336

Транзистор: VT1- КТ 817Б (КТ 815Б)

Лампа накаливания миниатюрная: LS1- МН6,3V-0,3А(МН6,5V-0,34А)

Тумблеры: S1-S4 - ТП1-2

Измерительные приборы:

Вольтметр постоянного напряжения 0-10V, кл 1,5

Миллиамперметр постоянного тока – 0-500мА, кл 1,5

Возможно пользоваться двумя мультиметрами.

Исследовательская работа.

Приборы

1. Мульти метр DM 90 (возможны и другие)

2. Стенд специальный-1

Порядок выполнения работы.

Проверим функционирование стенда.

Поместим стенд на лабораторный стол. Тумблер S3 переведем в положение «вкл», тумблеры S1 и S4- в положение II, регулятор напряжения R2 ручкой выведем в крайнее левое положение на 0 В. Включим тумблер S2 (положение «вкл»). Загоревшийся светодиод сообщит о подаче напряжения питания на схему. Вращая ручку регулятора напряжения R2 вправо, увеличиваем постепенно напряжение на лампочке. При исправном стенде лампочка тоже будет увеличивать яркость постепенно. При вращении ручки влево- свечение будет уменьшаться. Стенд исправен и готов к работе.

Выключим напряжение питания тумблером S2. Установим ручку регулятора в положение 0 В. Разомкнем тумблер S3, тумблеры S1 и S4 установим в положение II. Подключим миллиамперметр параллельно S3, вольтметр подключим к общему СР резистора к стенду. Включим тумблером S2 питание. Регулятором напряжения с помощью вольтметра установим на сопротивление нагрузки R7 с линейной зависимостью 1В. Увеличивая напряжение на 1 вольт, дойдём до конечного 6 В. Полученные данные занесём в таблицу 1.

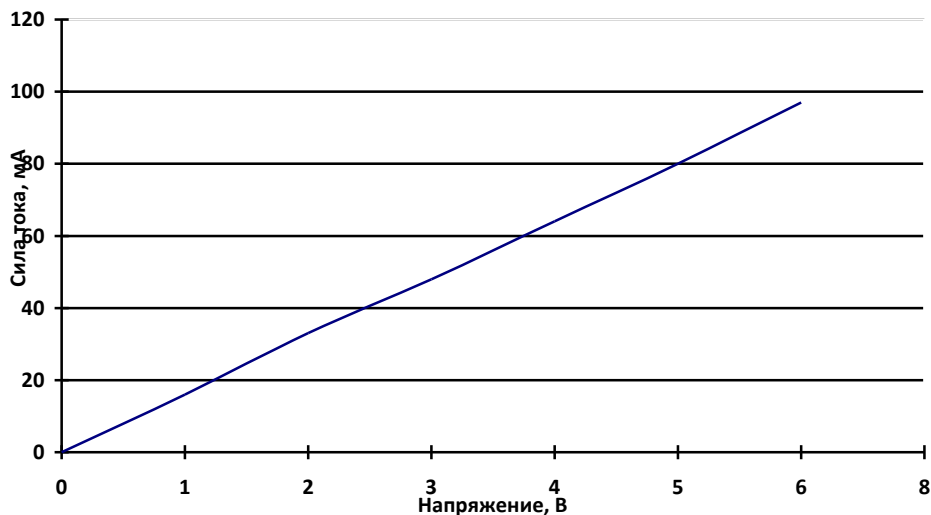
Табл.1 Зависимость силы тока и сопротивления от напряжения на линейном элементе(резисторе).

Напряжение, В	0	1	2	3	4	5	6
Сила тока, А	0	16	33	48	64	80	97
Расчетное сопротивление, Ом		62	62	62	62	62	62

$$R (\text{Ом})=U(\text{В})/I(\text{мА})*1000$$

Сравним расчетное сопротивление с номиналом резистора R7, помещенным на плате. R расчетное=62 Ом R резистора=62 Ом. Они равны.

По шести контрольным точкам можно построить график зависимости тока от напряжения.



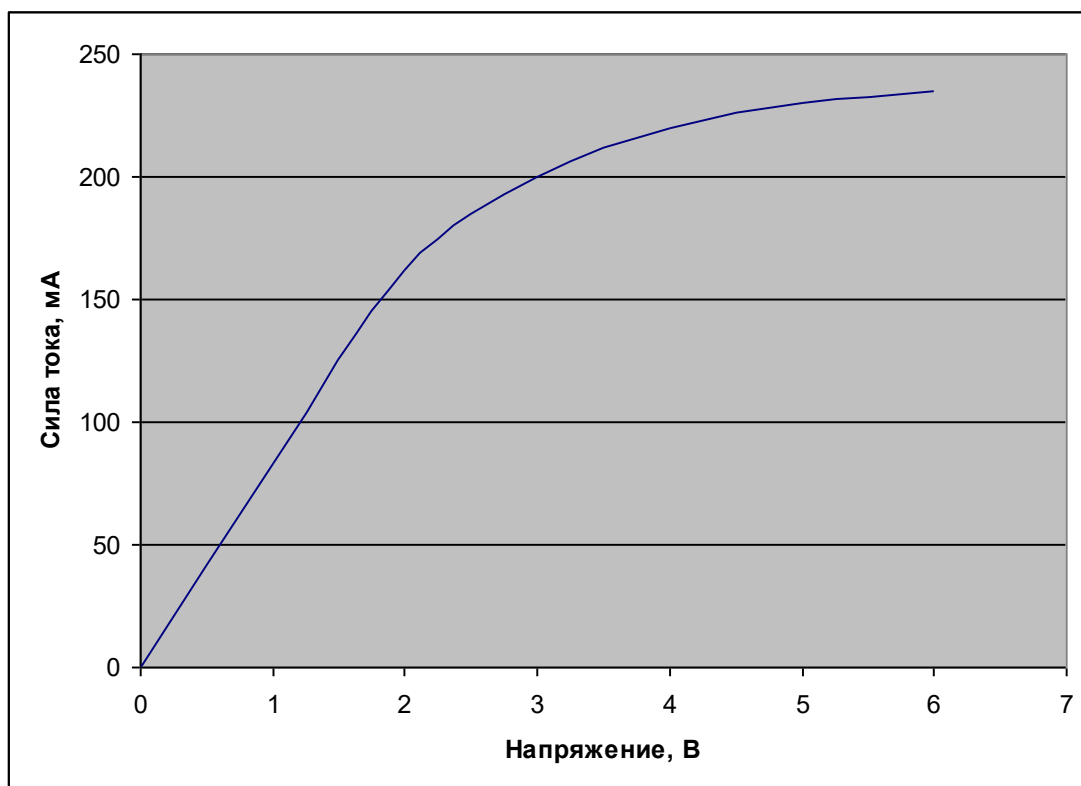
Из графика можно делаем следующий вывод: зависимость тока от напряжения на нагрузке (активном сопротивлении) линейная.

Переведем регулятор в крайнее левое положение на 0 В. Переключим тумблеры S1, S4 в положение I. Вольтметр переключим к СР лампы. Произведём измерения снова. Только в этом случае активным сопротивлением нагрузки будет миниатюрная лампочка накаливания на 6,3В, 0,3А (нагревательный световой элемент). Занесём результаты в таблицу 2.

Табл.2 Зависимость силы тока и сопротивления от напряжения на нелинейном элементе(лампе)

Напряжение, В	0	1	2	3	4	5	6
Сила тока, А	0	83	162	200	220	230	235
Расчетное сопротивление, Ом		12	12	15	18	21	25

По данным таблицы можно построить следующий график.



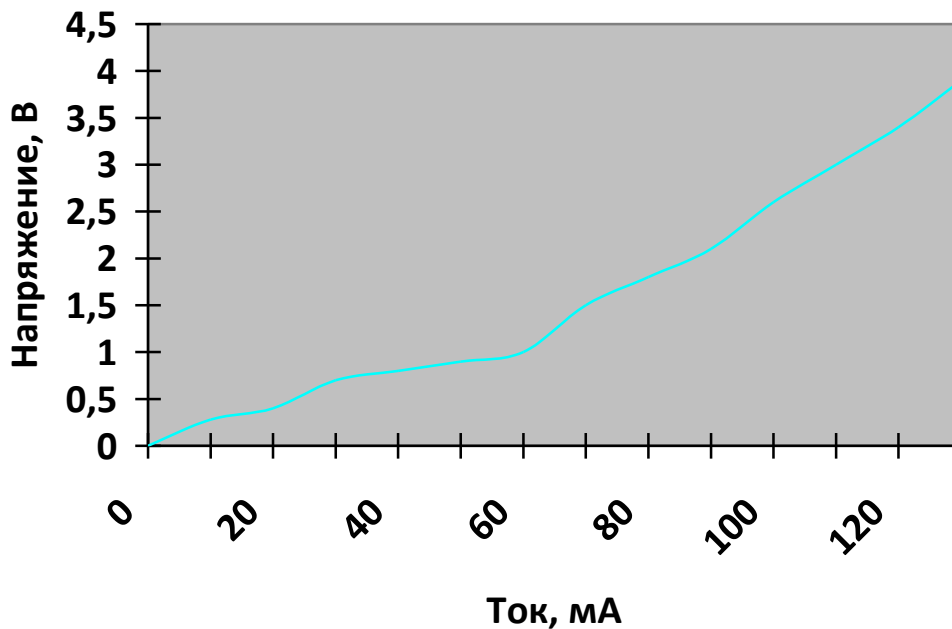
Из графика можно сделать следующий вывод: зависимость тока от напряжения на активном сопротивлении нити накала лампочки нелинейная. Сопротивление лампочки увеличивается с увеличением напряжения, близкому к номинальному, с прогревом нити.

Переведем регулятор в крайнее левое положение на 0 В. Переключим тумблеры S1 в положение I, S4 в положение II. Вольтметр переключим к СР стабилитрона. Произведём измерения снова. В этом случае нагрузкой будет стабилитрон КС139А. Занесём результаты в таблицу 3.

Табл.3 Зависимость силы тока от напряжения на нелинейном элементе (стабилитроне)

Напряжение, В	0	0,28	0,4	0,7	0,8	0,9	1,0	1,5	1,8	2,1	2,6	3,0	3,4	3,9
Сила тока, mA	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
Расчетное сопротивление, Ом		28	20	23	20	18	17	21	22	23	26	27	28	30

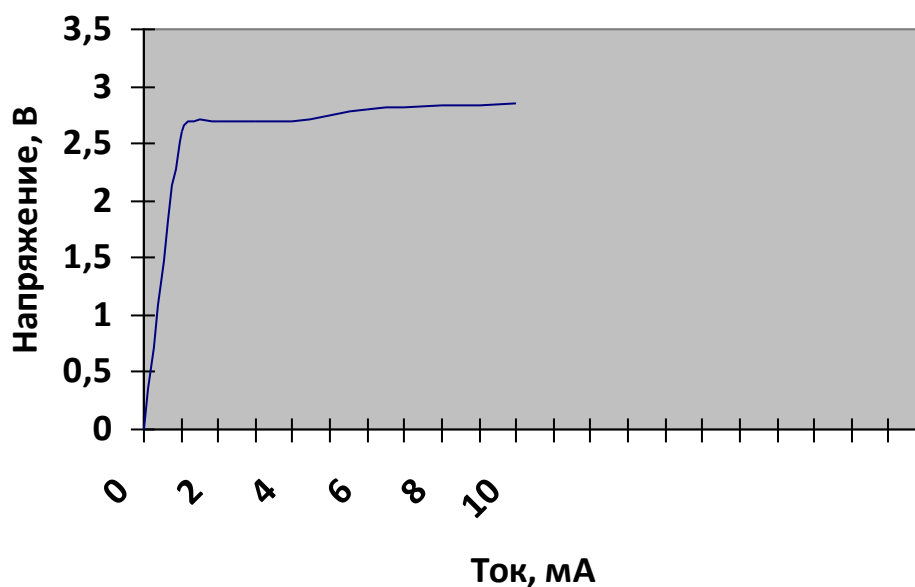
По данным таблицы строим следующий график.



Переведем регулятор в крайнее левое положение на 0 В. Переключим тумблеры S1 в положение II, S4 в положение I. Вольтметр переключим к СР светодиода. Произведём измерения. В этом случае нагрузкой будет Светодиод L2-АЛ 336. Занесём результаты в таблицу 4.

Табл.4 Зависимость силы тока от напряжения на нелинейном элементе (светодиоде)

Напряжение, В	0	2,6	2,7	2,7	2,7	2,75	2,8	2,82	2,83	2,84	2,86
Сила тока, mA	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Расчетное сопротивление, Ом		2600	1350	900	675	550	400	400	353	315	286



Примечание:

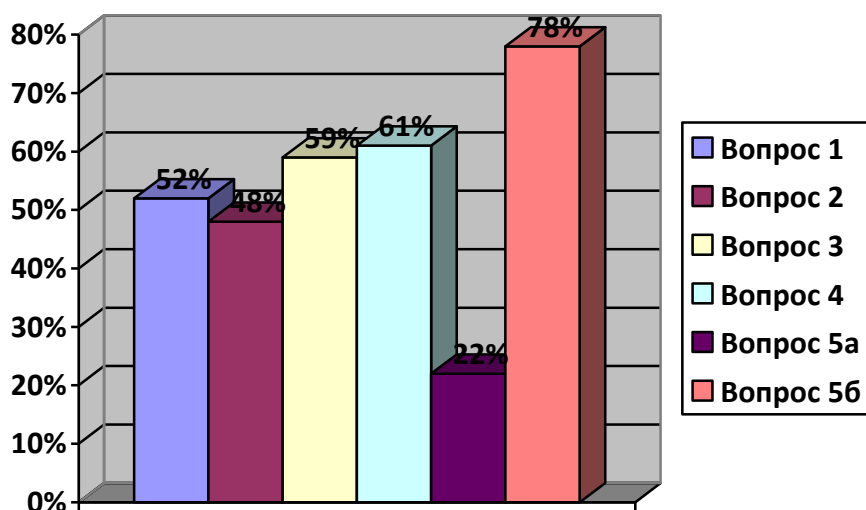
Погрешность измерений определяется классом точности приборов.

Анкета

Цель: выявление представлений, обучающихся 8-х классов о законе Ома.

1. Как зависит сила электрического тока в проводнике от напряжения на нем и сопротивления проводника?
2. Как, зная силу электрического тока и сопротивление проводника рассчитать напряжение на проводнике?
3. В каких единицах измеряется сопротивление проводника?
4. Запишите формулу закона Ома.
5. Что может помочь усвоить физический смысл закона Ома?
а. зубрежка б. стенд

Результаты анкетирования оказались следующими:



Как видим из результатов анкетирования, далеко не у всех учащихся сформировано четкое представление о законе Ома, большинство из них посчитали, что наглядность поможет в усвоении физического смысла закона Ома. В связи с этим, я полагаю, что наша модель прибора для доказательства закона Ома поможет наглядно обучающимся усвоить этот закон.

Заключение

1. Таким образом, в рамках нашего исследования мы проследили историю создания основного закона электрической цепи.

2. В ходе исследования выяснили, какие трудности возникли у Георга Ома, и как он сумел с ними справиться.

3. Мы рассмотрели устройства для исследования закона Ома, их возможности и принцип работы.

4. В ходе исследования нами разработана и апробирована модель прибора для доказательства закона Ома.

Разработав модель и проведя эксперименты, мы более подробно изучили техническое содержание темы, более детально рассмотрели некоторые физические явления (электрический ток в металлах). Таким образом, взаимосвязь теории с практикой была доказана.

Проведённое исследование показало значимость внедрения результатов нашего исследования: ведь зная закон Ома учащиеся смогут выражать из формулы неизвестную величину и выполнять задания ОГЭ по физике и даже математике (например, модуль «Реальная математика»).



Список используемых источников:

1. Дик Ю.И., Кабардин О.Ф., Орлов В.А. «Физика-10», под редакцией А.А. Пинского, Москва «Просвещение» 2010
2. Журнал для старшеклассников и учителей «Потенциал» №2 -2008
3. Кабардин О.Ф. «Физика-8», Москва «Просвещение» 2010
4. Кошманов В. В. Георг Ом: Пособие для учащихся. — М.: Просвещение, 1980. — 112 с., ил.— (Люди науки).
5. Шнейберг Я. А. История выдающихся открытий и изобретений (электротехника, электроэнергетика, радиоэлектроника). Научно-популярное издание. М.: Издательский дом МЭИ, 2009.
6. Шнейберг Ян. Георг Ом. Нелегкий путь к славе.
http://www.eduspb.com/public/books/byograf/om_shneyberg
7. <https://elektroznatok.ru/info/people/georg-simon-ohm>
8. <https://ru.wikipedia.org>
9. <http://slovari.yandex.ru>