

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ
ЧЕЛЯБИНСКАЯ ОБЛАСТЬ, ГОРОД ТРОИЦК
МУНИЦИПАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ЛИЦЕЙ № 13»

IX Международный конкурс научно-исследовательских
и творческих
работ учащихся "Старт в науке".

Предмет «Физика»

**СОЗДАНИЕ ДЕЙСТВУЮЩЕЙ МОДЕЛИ
КАТУШКИ ТЕСЛА**

Работу выполнил:
Гарифзянов Эльдар, 8 класс,
МБОУ «Лицей № 13»

Научный руководитель:
Крашенинникова Ольга Николаевна,
учитель физики
МБОУ «Лицей № 13»

г. Сочи, 2020 год

Содержание

Введение.....	3
1. Обзор литературы.....	6
1.1. Никола Тесла и его изобретения	6
1.2. Современное применение идей Николы Тесла.....	8
2. Изготовление катушки Тесла.....	10
2.1. Устройство и принцип работы катушки Тесла	10
2.2. Сборка катушки Тесла.....	11
2.3. Эксперименты с катушкой Тесла.....	13
Заключение.....	16
Список литературы.....	18
Приложение.....	19

С раннего детства я увлекаюсь занимательной физикой. В моём багаже уже есть одна изготовленная самостоятельно действующая модель - калейдоскоп. Мой девиз: «Скажи мне – и я забуду, покажи мне – и я запомню, дай мне сделать самому и я научусь».

Когда компания Apple представила свое первое беспроводное зарядное устройство для сотовых телефонов и гаджетов, многие посчитали это революцией и огромным скачком вперед в беспроводных способах передачи энергии. Но были ли они первопроходцами? Оказывается еще в далеком 1893 году прославленный Никола Тесла, продемонстрировал изумленной публике свечение люминесцентных ламп. При том, что все они были без проводов. Изучая литературу, я познакомился с научной деятельностью великого учёного Николы Тесла, который посветил всю свою жизнь изучению электричества.

Никола Тесла - великий сербский физик, инженер, изобретатель в области электротехники и радиотехники. Создал ряд устройств, работающих на переменном токе, а также электродвигатель, которые дали толчок второму этапу промышленной революции. Его именем названа единица измерения плотности магнитного потока (магнитной индукции). За свою долгую карьеру Тесла [получил](#) более 111 американских патентов и еще примерно 300 в других странах. Его опыты произвели на меня глубочайшее впечатление. Я был ошеломлен открытиями этого гения. Особенно меня заинтриговал опыт по созданию искусственных молний с помощью установки, носящей имя «Трансформатор Тесла».

Николу Тесла не зря называют повелителем электричества, т.к. его изобретения настолько опередили свое время, что и до сих пор, многие его работы остаются уникальными, неразгаданными и до конца не понятыми.

Две основные идеи вели по жизни великого учёного: получение дешевой энергии и передача ее на расстоянии без помощи проводов. Идея Теслы была

проста и одновременно глобальной – научиться отбирать электричество, преобразовывать и научиться передавать в самые отдаленные уголки планеты.

Катушка Теслы – это открытие ученого находится в списке его самых известных изобретений. Оно выделяется тем, что позволило найти ключ к пониманию самой природы электричества, а также к возможности его применения. Без этого изобретения невозможно было бы создание электронно-лучевых трубок, которые десятилетиями используются в телевизорах, мониторах, электронных микроскопах и т.д.

А что знают о Николе Тесла и о его изобретениях мои одноклассники?

Разработка анкеты (См. Приложение 1) и **проведённое анкетирование** 80 обучающихся МБОУ «Лицей № 13» показало низкое качество знаний о Николе Тесла и о его катушке в частности. Так появилась **проблема**, и я подумал, что если мне было так интересно искать информацию о Николе Тесла и об его изобретениях, то, наверное, и моим одноклассникам будет тоже очень интересно.

Цель проекта: изготовить катушку Тесла из доступных материалов.

Проектным продуктом будет действующая модель простейшей катушки Тесла.

Для достижения поставленной цели были определены следующие **задачи:**

1. изучить и проанализировать литературу;
2. познакомиться с историей изобретения и принципом работы катушки Тесла;
3. подготовить материалы и изготовить простейшую катушку Тесла.
4. провести испытание модели в действии;
5. выяснить, не представляет ли модель опасность для организма человека и может ли использоваться для демонстрации в кабинете физики.

Этапы проекта последовательно указаны в задачах нашего проекта.

Методы:

1. изучение и анализ литературы и других информационных источников;
2. моделирование (создание действующей модели);
3. проведение эксперимента;
4. анализ информации и результатов.

Актуальность работы не вызывает сомнений – поиски беспроводных способов получения энергии – веление времени. Просто заинтересовать других ребят удивительной наукой физикой через интересные опыты с катушкой Тесла - тоже не менее актуально.

Новизна проекта в том, что до нас никто из школьников города Троицка этим вопросом не занимался.

Практическая значимость проекта:

1. Результат работы носит просветительский характер - это позволит повысить заинтересованность учеников к углубленному изучению физики, и, возможно, для кого-то определит область дальнейшей деятельности.

2. Собранный прибор можно применять на уроках физики как дополнительный материал для объяснения принципа работы трансформатора и электромагнитной индукции. А так же на занятиях кружка по физике и во время проведения внеурочных мероприятий для показа удивительных экспериментов с катушкой Тесла и в больницах или в других помещениях, где должен быть ионизированный воздух.

1. Обзор литературы

1.1. Никола Тесла и его изобретения

Считается, что за всю историю человечества было только две масштабных личности, два гения: Леонардо да Винчи и Никола Тесла.

Работы многих ученых устаревают еще при их жизни из-за быстрого развития науки и технологии. Тесла был редким человеком, чьи работы живут уже в трех веках. Он наперед знал, как будет развиваться наука. Он практически положил начало всемирной электрификации, именно он разработал систему переменного тока, создал моторы и трансформаторы, на которых стоит весь промышленный мир. Благодаря ему освещаются города, поселки, наши дома. [1, 5]

Некоторые эксперименты Теслы были весьма опасны. «Прошло почти 80 лет, а я по-прежнему задаю себе вопрос: что же такое электричество? Но не в состоянии ответить на него». Парадоксально, что эти слова сказал Никола Тесла, человек который как никто другой проник в тайны электричества. Две основные идеи вели по жизни великого серба: получение дешевой энергии и передача ее на расстоянии без помощи проводов. [2, 112]

1901 год. Миллиардер Д. Морган выделил ученому деньги на строительство башни для радиосвязи через Атлантику. [3, 42]

«Закончив эти исследования, деловой человек сможет диктовать инструкции, находясь в Нью-Йорке, и они будут немедленно появляться в Лондоне или в другом месте. Он сможет со своего рабочего места поговорить с любым телефонным абонентом, находящимся в любой точке земного шара. Недорогой инструмент не больше чем часы позволит его владельцу слушать где угодно в море или на земле, музыку или речь какого-либо политического лидера, находящегося на огромном расстоянии. Точно также может быть

переданы любая картина, знак или текст», - рассказывал в то время Тесла. [4, 76]

По сути Тесла планировал прообраз сегодняшнего глобального интернета. Но главная цель Теслы – это беспроводная передача энергии. Он убежден, чтобы получать электроэнергию в любой точке мира достаточно вставить штырь и включить небольшой прибор, настроенный в резонанс с излучающими башнями.

Но и это не все... С помощью своей системы он был намерен вызывать дожди в пустыне, освещать небо над морскими маршрутами, питать энергией автомобили и самолеты, даже осуществлять межпланетные коммуникации. Такой проект требовал гораздо больше денег, чем предоставил Д. Морган. [5, 112]

Никола Тесла называют Леонардо XIX века. Результаты отдельных его экспериментов и в наши дни кажутся фантастическими. К сожалению, его работы до сих пор остаются недоступными широкой аудитории. Это порождает самые невероятные слухи, начиная с того, что они якобы остаются засекреченными американскими спецслужбами, и заканчивая легендой о том, что сам Тесла уничтожил свои записи, ужаснувшись полученным результатам.

Всей своей жизнью и трудом он заложил основы новой цивилизации третьего тысячелетия. Только будущее даст истинное объяснение явлению Теслы, ибо он ушёл слишком далеко вперёд и стоит выше принятых сегодня научных методов.

Никола Тесла был самым выдающимся из тех ученых и изобретателей, которые своими пионерскими работами сделали электричество неотделимой частью нашей жизни.

Пытаясь улучшить электрические лампочки Эдисона, великий серб разработал неоновые и даже люминесцентные лампы, которые зажигал на расстоянии с помощью электростатических волн.

Изобретение движущихся машин, управляемых по радио, поставило его в число пионеров робототехники. Согласно некоторым данным, ему даже удалось получить первые рентгеновские снимки в 1896 году, практически одновременно с Конрадом Рентгеном. Именно этот гений дал нам практически все те электроприборы, которыми мы сегодня пользуемся. Гений сделал более 1 000 открытий в области физики, химии и других наук. Именно он изобрел трехфазный двигатель, который дойдя до нашего времени, практически никак не изменился. [7]

Этот человек был настолько оригинален в своей творческой жизни, что его труды будут использоваться еще не одну тысячу лет. Он так превзошел свое время, как никто из людей до него и после него. В то время, когда люди практически не знали что такое дирижабль - Tesla уже планировал создание ракет!

Ученые заинтересованы решением вопроса передачи электричества без потерь. Но чтобы не было потерь, значит надо обойтись без проводов. Вот тогда и появилась идея о передаче электричества на расстоянии без проводов. История беспроводной передачи энергии насчитывает многие годы.

1.2. Современное применение идей Теслы

1. Переменный ток является основным способом передачи электроэнергии на большие расстояния.
2. Электродвигатели являются основными элементами в генерации электроэнергии на ГЭС, АЭС, ТЭС и т. д.
3. Электродвигатели, впервые созданные Николой Тесла, используются во всех современных станках, электропоездах, электромобилях, трамваях, троллейбусах.
4. Радиоуправляемая робототехника получила широкое распространение не только в детских игрушках и беспроводных телевизионных и компьютерных устройствах (пульта управления), но и в военной сфере, в

гражданской сфере, в вопросах военной, гражданской и внутренней, а также и внешней безопасности стран.

5. Беспроводные заряжающие устройства начинают использоваться для зарядки [мобильных](#) телефонов или [ноутбуков](#).

6. Переменный ток, впервые полученный Тесла, является основным способом передачи электроэнергии на большие расстояния

7. Оригинальные современные противоугонные средства для автомобилей работают по принципу все тех же катушек.

8. Использование в развлекательных целях и шоу.

9. Трансформатор использовался Теслой для генерации и распространения электрических колебаний, направленных на управление устройствами на расстоянии без проводов, беспроводной передачи данных и беспроводной передачи энергии.

10. В фильмах эпизоды строятся на демонстрации трансформатора Тесла, в компьютерных играх.

11. В начале XX века трансформатор Тесла также нашёл популярное использование в медицине. Пациентов обрабатывали слабыми высокочастотными токами, которые протекая по тонкому слою поверхности кожи, не причиняли вреда внутренним органам, оказывая при этом «тонизирующее» и «оздоравливающее» влияние.

12. Основное применение в наши дни — познавательно-эстетическое. В основном это связано со значительными трудностями при необходимости управляемого отбора высоковольтной мощности или тем более передача её на расстояние от трансформатора, так как снижается добротность вторичного контура.

Глава 2. Изготовление катушки Тесла

2.1. Устройство и принцип работы катушки Тесла

Простейший трансформатор или катушка Тесла состоит из двух катушек без общего сердечника, а также разрядника, конденсатора и тороида.

Чтобы понять принцип работы катушки Тесла надо знать, что такое трансформатор. Трансформатор (от лат. *transformo* — преобразовывать) — это прибор, с помощью которого производится преобразование напряжения переменного тока. Всякий трансформатор имеет железный сердечник, на который надеты две катушки (обмотки). Концы одной из этих обмоток подключаются к источнику переменного тока, а те приборы, которые потребляют электроэнергию, подключаются к концам второй обмотки. Обмотка, подключённая к источнику тока, называется первичной, а обмотка, к которой подключена нагрузка, - вторичной.

Принцип работы таков: конденсатор заряжается от высоковольтного источника питания, затем разряжается через искровой промежуток на первичную катушку. Таким образом, на вторичную катушку передается часть энергии, и возникают резонансные колебания, что приводит к возникновению на выходе высокого напряжения. Разряды с тороида могут достигать длины в несколько метров, но расстояние пробоя зависит от мощности и напряжения первичного контура. Трансформатор Тесла основан на использовании резонансных стоячих электромагнитных волн в катушках. Его первичная обмотка содержит небольшое число витков и является частью искрового колебательного контура, включающего в себя также конденсатор и

искровой промежуток. Вторичной обмоткой служит прямая катушка провода. [8]

Работу резонансного трансформатора можно объяснить на примере обыкновенных качелей. Если их раскачивать в режиме принудительных колебаний, то максимально достигаемая амплитуда будет пропорциональна прилагаемому усилию. Если раскачивать в режиме свободных колебаний, то при тех же усилиях максимальная амплитуда вырастает многократно. Так и с трансформатором Тесла — в роли качелей выступает вторичный колебательный контур, а в роли прилагаемого усилия — генератор. Во всех типах трансформаторов Тесла основной элемент трансформатора — первичный и вторичный контуры — остается неизменным. Однако одна из его частей — генератор высокочастотных колебаний может иметь различную конструкцию. Если к нему поднести катушку с медной проволокой, то на его концах появится напряжение. А если поднести люминесцентные лампы, то они загорятся сами по себе. Это происходит из-за того что вокруг катушки образуется мощное магнитное поле.

2.2. Сборка катушки Тесла

Трансформатор Тесла изобрел знаменитый изобретатель, инженер, физик, Никола Тесла. Прибор является резонансным трансформатором, вырабатывающим высокое напряжение высокой частоты. В 1896 году, 22 сентября Никола Тесла запатентовал свое изобретение как «Аппарат для производства электрических токов высокой частоты и потенциала». С помощью этого устройства он пытался передавать электрическую энергию без проводов на большие расстояния. В 1891 году Никола Тесла продемонстрировал миру наглядные эксперименты по передаче энергии от одной катушки к другой. Его устройство извергало молнии и заставляло светиться люминесцентные лампы в руках удивленных зрителей. Посредством передачи тока высокого напряжения высокой частоты ученый мечтал обеспечить бесплатной электроэнергией любое здание, частный дом и прочие объекты. Но, к сожалению, из-за большого

потребления энергии и низкой эффективности, широкого применения катушка Тесла так и не нашла. Не смотря на это, радиолюбители из разных уголков планеты собирают небольшие катушки Тесла для развлечений и экспериментов. Также катушки Тесла используют для проведения развлекательных мероприятий и Тесла шоу.

В 1987 году советский радиоинженер Владимир Ильич Бровин изобрел генератор электромагнитных колебаний, названный в его честь «качер Бровина», используемый в качестве элемента электромагнитного компаса, работающего на одном транзисторе.

Мы попытаемся собрать действующую модель катушки Тесла по схеме (См. приложение 2) своими руками из подручных материалов:

1. Выключатель;
2. Резистор на 24 Ком;
3. Транзистор КТ805ДМ;
4. Конденсатор ёмкостью 0,68 мкФ;
5. Конектор для кроны;
6. ПВХ трубка;
7. 1 крона на 9 В;
8. Медная проволока;
9. Провода;
10. Термоклей;
11. Скотч;
12. Деревянная основа.

Ход работы:

1. Наматываем медную проволоку на ПВХ трубку и фиксируем ее на деревянную основу с помощью термокля.
2. Клеим к деревянной основе транзистор, выключатель и конектор кроны.
3. Переходим к подсоединению проводов [6, 147]. Нижний медный провод от катушки припаиваем к среднему контакту от транзистора.

4. К среднему контакту от транзистора припаиваем ещё и резистор.
 5. Провод, нужный нам для вторичной обмотки - длиной 15 сантиметров и с сечением 1 миллиметр, обматываем два раза вокруг катушки.
 6. Верхний конец проволоки с вторичной обмотки припаиваем к резистору.
 7. Второй конец проволоки вторичной обмотки припаиваем к правому контакту от транзистора.
 8. Контакт от резистора вместе с проводом от вторичной обмотки припаиваем к контакту от выключателя. (См. приложение 3)
 9. Красный провод от конектора кроны, а именно плюс, припаиваем к среднему контакту от выключателя.
 10. Черный провод, минус, припаиваем к левому контакту от транзистора.
- Наша катушка готова! (См. приложение 4)

2.3. Эксперименты с катушкой Тесла

Гипотеза: перед началом эксперимента мы предположили, что

- лампы разной мощностью будут загораться на разном расстоянии от катушки Тесла;
- возгорание ламп не зависит от направления, по которому подносят лампу к катушке;
- яркость ламп зависит от мощности лампы и от расстояния относительно катушки.

Объект исследования: катушка Тесла.

Предмет исследования: электромагнитное поле катушки Тесла.

Опыт проводили следующим образом: лампы разной мощности подносили к катушке с разных сторон - слева, справа, спереди, сзади и сверху. Измеряли расстояние, на котором лампы загорались и гасли. Результаты измерений занесли в таблицу № 1.

Таблица 1 - Зависимость яркости ламп разной мощности от расстояния до катушки

Мощность	Расстояние	Расстояние	Расстояние	Расстояние
----------	------------	------------	------------	------------

лампы	погасания лампы в южном направлении, см	погасания лампы в северном направлении, см	погасания лампы в западном направлении, см	погасания лампы в восточном направлении, см
11 Вт	17	10	10	10
26 Вт	10	5	5	5
Мощность лампы	Расстояние загорания лампы в южном направлении, см	Расстояние загорания лампы в северном направлении, см	Расстояние загорания лампы в западном направлении, см	Расстояние загорания лампы в восточном направлении, см
11 Вт	2	1	1	1
26 Вт	1	0,5	0,5	0,5

Проводя эксперимент, мы обратили внимание на то, что лампа мощностью 11 Вт горит ярче, чем лампа мощностью 26 Вт. Это можно объяснить тем, что лампе большей мощностью требуется больше энергии.

По данным таблицы видно, что:

- лампа большей мощностью загорается и погасает на меньшем расстоянии, чем лампа меньшей мощности, значит для её свечение нужно больше энергии катушки;

- не зависимо от того, с какой стороны подносим лампы, они возгорали и гасли на одном и том же расстоянии, т.к. переменное магнитное поле катушки заполняет всё пространство вокруг неё.

Значит, наши гипотезы подтвердилась, и можно сделать **выводы**:

1. Лампы большей мощностью требуют больше электрической энергии.
2. Не зависимо от того, с какой стороны подносим лампы, они возгорали и гасли на одном и том же расстоянии, т.к. переменное магнитное поле катушки заполняет всё пространство вокруг неё.

3. Яркость ламп зависит от расстояния до катушки, чем ближе лампы, тем они горят ярче.

4. Яркость ламп не зависят от мощности лампы, а зависят от энергии катушки.

Изготовленная нами катушка Тесла – является резонансным трансформатором, производящим высокое напряжение высокой частоты. Токи высокой частоты могут быть опасными для человека. Поэтому мы решили выяснить, является ли наша катушка безопасной.

Для измерения напряженности электрического поля и индукции магнитного поля мы использовали измеритель параметров электрического и магнитного полей «ВЕ-метр-АТ-002», предназначенный для контроля норм по электромагнитной безопасности видеодисплейных терминалов (ВДТ). Измеритель применяется при проведении комплексного санитарно-гигиенического обследования помещений и рабочих мест.

Произведя измерения с помощью данного прибора мы получили следующие результаты: напряженность электрического поля составила $E = 8$ В/м, а индукция магнитного поля $B = 0.04$ мкТл. Санитарные нормы составляют соответственно $E = 100$ В/м, $B = 10$ мкТл.

Это означает, что наша модель не представляет опасности для организма человека и может использоваться для демонстрации.

Заключение

Никола Тесла заложил основы новой цивилизации третьего тысячелетия. Ему удалось оставить заметный след в истории науки и техники. Только будущее даст настоящее объяснение явлению Тесла. Вопросы, которыми занимался Никола Тесла, остаются актуальными и сегодня.

Самодельная Катушка Тесла получилась. С её помощью можно зажигать люминесцентные лампы на расстоянии без проводов, лишь подводя их к катушке. Также можно передавать электроэнергию на расстояние без проводов.

Выводы:

1. Познакомились с историей открытия и принципом работы катушки Тесла.
2. Подготовили материалы и изготовили катушку Тесла.
3. При проведении испытания модели катушки Тесла в действии получили возгорание ламп на 11 и 26 Вт.
4. Лампы большей мощностью требуют больше электрической энергии.
5. Не зависимо от того, с какой стороны подносим лампы, они возгорали и гасли на одном и том же расстоянии, т.к. переменное магнитное поле катушки заполняет всё пространство вокруг неё.
6. Яркость ламп зависит от расстояния до катушки, чем ближе лампы, тем они горят ярче.

7. Яркость ламп не зависят от мощности лампы, а зависят от энергии катушки.

8. Модель не представляет опасности для организма человека и может использоваться для демонстрации.

Таким образом, цель работы достигнута. Катушка Теслы – изобретение ученого, находящееся в списке его самых известных открытий, изготовлена из доступных материалов. Теоретическими исследованиями и практическим опытом доказана возможность получения беспроводной энергии с помощью катушки Тесла. Данный опыт показывает так же возможность и необходимость изучения данного явления для создания различных систем передачи электрической энергии.

Я надеюсь, что, увидев катушку Тесла и зажигательные опыты с ней, учащиеся возрастёт интерес к изучению физики.

Выполняя данный проект, я приобрел навыки работы с инструментами, научился оценивать результаты своей работы, учился связывать теорию с практикой, пользоваться инструментальными методами исследования.

Данный прибор можно применять на уроках физики как дополнительный материал для объяснения принципа работы трансформатора и электромагнитной индукции. А так же на занятиях кружка по физике и во время проведения внеурочных мероприятий для показа удивительных экспериментов с катушкой Тесла. Еще его можно использовать в больницах или в других помещениях, где должен быть ионизированный воздух.

Изготовление самодельных приборов побудило меня к самостоятельному получению знаний за счет более глубокого изучения дополнительной литературы.

Многие из нас очень любознательны – всё интересно, всё хочется потрогать, изучить свойства и принцип действия объекта. Знания к нам приходят через глаза и уши. Но я доказал, что знания приходят и через руки!

Подтвердилась древняя народная мудрость: «Скажи мне – и я забуду, покажи мне – и я запомню, дай мне сделать самому и я научусь».

Изготовление катушки Тесла стало серьёзным научным достижением, за которым может быть последует открытие собственных законов.

Список литературы

1. Ацюковский, В.А. Трансформатор Тесла / В.А. Ацюковский – М.: Петит, 2004. – 24 с.
2. Карлсон, Б. Никола Тесла. Изобретатель будущего / Б. Карлсон – М.: Эксмо, 2018. - 400 с.
3. Спасое, В. Никола Тесла - человек-ангел / В. Спасое – М.: Дельфис, 2013. - 212 с.
4. Эрлих, Г.В. Загадка Николы Тесла / Г.В. Эрлих – М.: Яуза, Эксмо, 2009. – 352 с.
5. Фейгин, О.О. Никола Тесла. Прометей XX века / О.О. Фейгин – М.: Алгоритм, 2017. – 320 с.
6. Даль, Э.Н. Электроника для детей. Собираем простые схемы, экспериментируем с электричеством / Э.Н. Даль – М.: Манн, Иванов и Фербер, 2018. – 285 с.
7. Тесла и его изобретения. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.374.ru/index.php?x=2007-11-19-20>

8. Видео подборка опытов Николы Тесла. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://ntesla.at.ua/news/2009-07-12-13>

Приложение 1

Анкета

Дорогие ребята!

Мы проводим опрос с целью выявления знаний учащихся
**о процессе беспроводной передачи энергии
с помощью катушки Тесла.**

Просим Вас принять участие.

Опрос анонимен, и его результаты будут использованы в обобщенном виде.

Внимательно прочитайте вопросы и варианты ответов.

Выбранный вариант ответа пометьте кружком.

1. **Слышали ли вы когда-нибудь о беспроводном электричестве?**
 - а) да;
 - б) нет.

2. **Слышали ли Вы об изобретениях Никола Тесла:**
 - а) да;
 - б) нет.
3. **Знаете ли вы, как выглядит катушка Тесла:**
 - а) да;
 - б) нет.
4. **Знаете ли вы о применении катушки Тесла:**
 - а) да;
 - б) нет.
5. **Хотели бы Вы посмотреть серию опытов по применению катушки Тесла?**
 - а) да;
 - б) нет.

Спасибо за сотрудничество!

Приложение 2

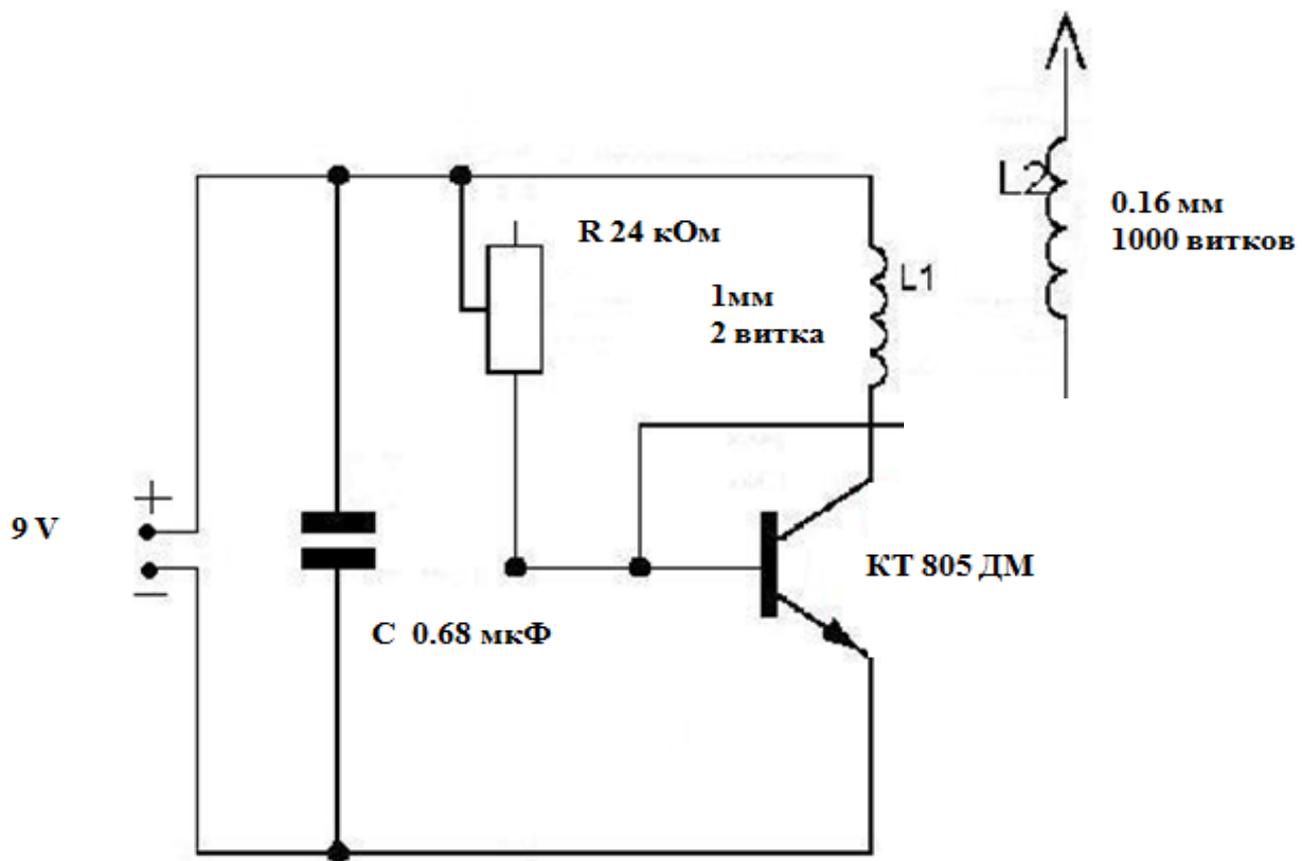


Рис. 1. Схема катушки Тесла

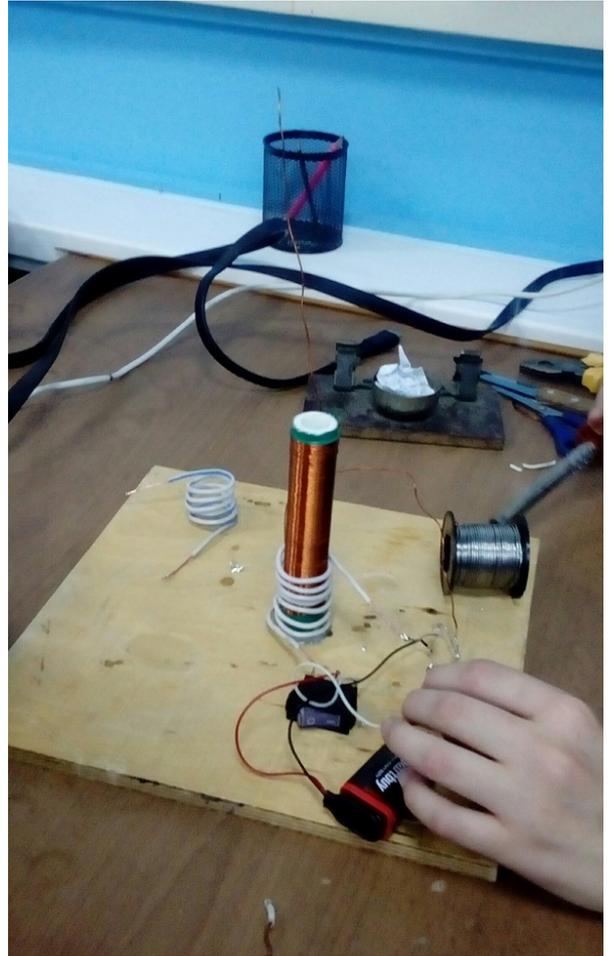


Рис. 2, 3, 4. Сборка катушки Тесла

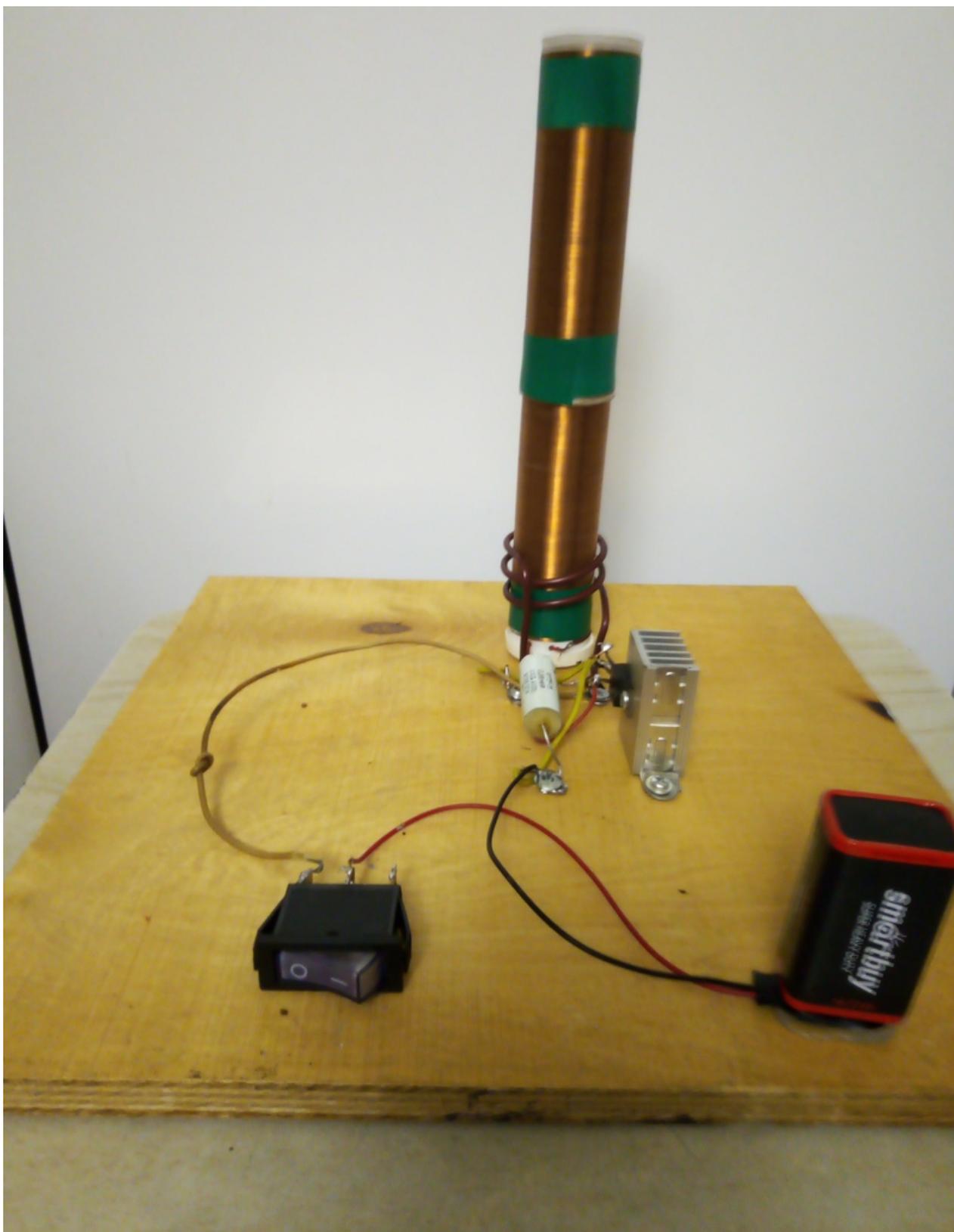


Рис. 5. Проектный продукт – катушка Тесла

Приложение 5

Рис. 6. Прибор «ВЕ-метр-АТ-002»



Рис. 7. Измерение параметров электрического и магнитного полей