

Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение
«Скалистская средняя общеобразовательная школа имени Игоря Есина»

Тема проекта:
Беспроводная передача энергии

Тип проекта: Исследовательский

Автор проекта:

Васева Виктория
обучающаяся 5 класса
МБОУ «Скалистская СОШ»

Наставник проекта:

Басков Андрей Владимирович
учитель физики и математики

2025г.

Содержание:

I	Введение.....	3
II	Основная часть.....	5
	2.1 История беспроводной передачи энергии.....	5
	2.2 Работа устройств, осуществляющих беспроводную передачу энергии.....	7
	2.3 Виды беспроводной передачи энергии.....	10
III	Практическая часть.....	16
	3.1 Устройство для беспроводной передачи энергии – качер Бровина.....	16
	3.2 Беспроводная передача энергии среди населения.....	18
	3.3 Отрицательное воздействие качера Бровина	20
IV	Заключение.....	22
V	Список литературы и интернет ресурсов.....	23
VI	Приложения.....	24
	6.1 Приложение 1: Экономическое обоснование устройства беспроводной передачи энергии.....	24
	6.2 Приложение 2: Схема качера Бровина.....	25
	6.3 Приложение 3: Анкета, определяющая знания и умения о беспроводной передаче энергии среди обучающихся 9 класса МБОУ «Скалистская СОШ» и их сверстников.....	26

I. Введение

Краткая аннотация: в данной работе рассматриваются различные виды передачи энергии на расстоянии. В ходе исследования мною была изготовлена экспериментальная установка схожа с катушкой Теслы, а точнее качером Бровина. Устройство оказалось рабочим, и мы смогли осуществить беспроводную передачу электроэнергии.

В 21 веке, веке, в котором мы живём, наблюдается невероятно быстрый прогресс в развитии технологий. Начали развиваться не только сферы важные для государств и всего мира в целом, но и частные сферы, т.к. у истоков их развития стоят корпорации и организации с бюджетом, превышающим бюджет многих стран мира. Благодаря этому многие технологии производятся напрямую для людей. За счёт этого и происходит быстрая социализация людей в сфере современных технологий.

Наиболее очевидный признак развития технологий общество наблюдало и наблюдает непосредственно в сфере компьютерных, мобильных и IT технологий. Ведь какие-то 20 лет тому назад вряд ли кто-то мог подумать, что компьютеры, смартфоны и многое другое так широко распространятся.

Меня же заинтересовало одно из направлений развития аксессуаров для смартфонов и не только их – беспроводная зарядка. Наверное, для многих не секрет, что эта технология активно применяется во многих современных смартфонах. Она позволяет заряжать телефон без каких-либо соединений кабелями и прочим. Всё что необходимо сделать для зарядки смартфона – положить его на специальную площадку зарядного устройства. А это намного удобнее привычного для нас способа зарядки телефона, ведь он полностью лишён, в некоторой степени, нудного процесса подключения кабеля от зарядного устройства непосредственно к самому смартфону.

Поскольку эта технология является одной из новых для общества, мне захотелось узнать о ней, разобраться в принципе её работы и узнать, насколько же широка возможность её применения.

Актуальность: в современном мире, в котором происходит безостановочное развитие технологий, полезных для человечества, беспроводная передача энергии может стать новым этапом развития всего человечества, кардинально изменив его, поскольку существует большое количество факторов, доказывающих это.

Цель: выяснить, реально ли самостоятельно создать приспособления для беспроводной передачи энергии, а в частности электроэнергии, как одного из самых распространённых и востребованных в мире видов энергии, не используя при этом какого-либо специализированного оборудования.

Задачи:

1. Совершить экскурсию в историю беспроводной передачи энергии.
2. Выяснить, что подвигло людей на создание и развитие этой сферы.
3. Создать макет устройства, способное передавать энергию без проводов.
4. Определить, каким образом технологию беспроводной передачи энергии распространяется среди населения.
5. Узнать о будущем данной технологии и определить, какой вектор развития она преподнесёт в современную жизнь общества.

Гипотеза: «Беспроводную передачу энергии можно осуществить без сложного оборудования, создав для этого несложное устройство; при этом оно будет обладать не очень большим КПД, и будет выполнять нужную задачу».

Объекты исследования: электроэнергия.

Методы исследования: анализ научной, учебной литературы, интернет данных; систематизация данных; создание макета несложного устройства для беспроводной передачи энергии; выдвижение теорий и предположений.

Продукт проекта: модель устройства, позволяющего передавать энергию без использования проводов.

II. Основная часть

2.1. История беспроводной передачи энергии

Беспроводная передача энергии в качестве альтернативы передачи и распределения электрических линий, впервые была предложена и продемонстрирована Николой Тесла. В 1899 году Тесла презентовал беспроводную передачу на питание поля люминесцентных ламп, расположенных в двадцати пяти милях от источника питания без использования проводов. Но в то время было дешевле сделать проводку из медных проводов на 25 миль, а не строить специальные электрогенераторы, которых требует опыт Тесла. Патент ему так и не выдали, а изобретение осталось в закромах науки.

В то время как Тесла был первым человеком, который смог продемонстрировать практические возможности беспроводной связи еще в 1899 году, сегодня, в продаже есть совсем немного приборов, это электрические щетки, беспроводные наушники, зарядки для телефонов и прочее.

Трансформатор Тесла, или катушка Тесла (англ. *Tesla coil*) — устройство, изобретённое Николой Тесла и носящее его имя. Является резонансным трансформатором, производящим высокое напряжение высокой частоты. Прибор был запатентован 22 сентября 1896 года как «Аппарат для производства электрических токов высокой частоты и потенциала».

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. При совпадении частоты колебаний колебательного контура первичной обмотки с частотой одного из собственных колебаний (стоячих волн) вторичной обмотки вследствие явления резонанса во вторичной обмотке возникнет стоячая электромагнитная волна и между концами катушки появится высокое переменное напряжение.

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. Их

согласованность («подталкивание» строго в нужные моменты времени) обеспечивает первичный контур или задающий генератор (в зависимости от устройства).

Простейший трансформатор Тесла включает в себя входной трансформатор, катушку индуктивности, состоящую из двух обмоток — первичной и вторичной, разрядник (прерыватель, часто встречается английский вариант Spark Gap), конденсатор, тороид (используется не всегда) и терминал (на схеме показан как «выход»).

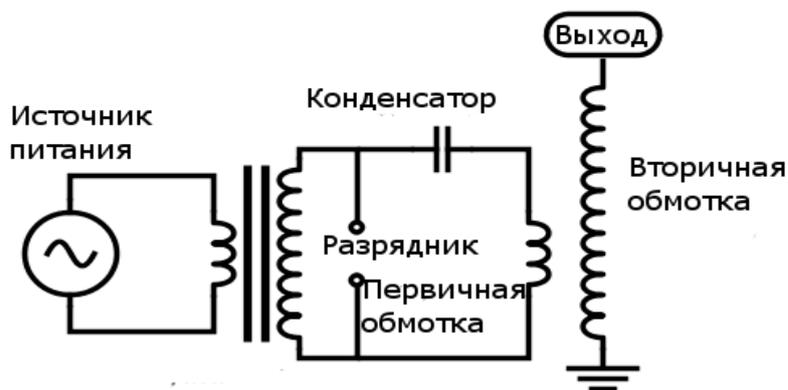
Первичная обмотка обычно содержит всего несколько витков медной трубки или провода большого диаметра, а вторичная около 1000 витков провода меньшей площади сечения. Первичная катушка может быть плоской (горизонтальной), конической или цилиндрической (вертикальной). В отличие от обычных трансформаторов, здесь нет ферромагнитного сердечника. Таким образом, взаимоиндукция между двумя катушками гораздо меньше, чем у трансформаторов с ферромагнитным сердечником. Первичная катушка вместе с конденсатором образует колебательный контур, в который включён нелинейный элемент — разрядник.

Разрядник, в простейшем случае, обыкновенный газовый, представляет собой два массивных электрода с регулируемым зазором. Электроды должны быть устойчивы к протеканию больших токов через электрическую дугу между ними и иметь хорошее охлаждение.

Вторичная катушка также образует колебательный контур, где роль конденсатора, главным образом, выполняют ёмкость тороида и собственная межвитковая ёмкость самой катушки. Вторичную обмотку часто покрывают слоем эпоксидной смолы или лака для предотвращения электрического пробоя.

Терминал может быть выполнен в виде диска, заточенного штыря или сферы и предназначен для получения предсказуемых искровых разрядов большой длины.

Таким образом, трансформатор Тесла представляет собой два связанных колебательных контура, что и определяет его замечательные свойства и является главным его отличием от обычных трансформаторов. Для полноценной работы трансформатора эти два колебательных контура должны быть настроены на одну резонансную частоту. Обычно в процессе настройки подстраивают первичный контур под частоту вторичного путём изменения ёмкости конденсатора и числа витков первичной обмотки до получения максимального напряжения на выходе трансформатора.



Электропроводность через слои атмосферы становится возможной благодаря ёмкостному плазменному разряду в ионизированной атмосфере.

Никола Тесла обнаружил, что электроэнергия может передаваться и через землю, и через атмосферу. В ходе своих исследований он добился возгорания лампы на умеренных расстояниях и зафиксировал передачу электроэнергии на больших дистанциях. Башня Ворденклиф задумывалась как коммерческий проект по трансатлантической беспроводной телефонии и стала реальной демонстрацией возможности беспроводной передачи электроэнергии в глобальном масштабе. Установка не была завершена из-за недостаточного финансирования.

Земля является естественным проводником и образует один проводящий контур. Обратный контур реализуется через верхние слои тропосферы и нижние слои стратосферы на высоте около 4,5 миль (7,2 км).

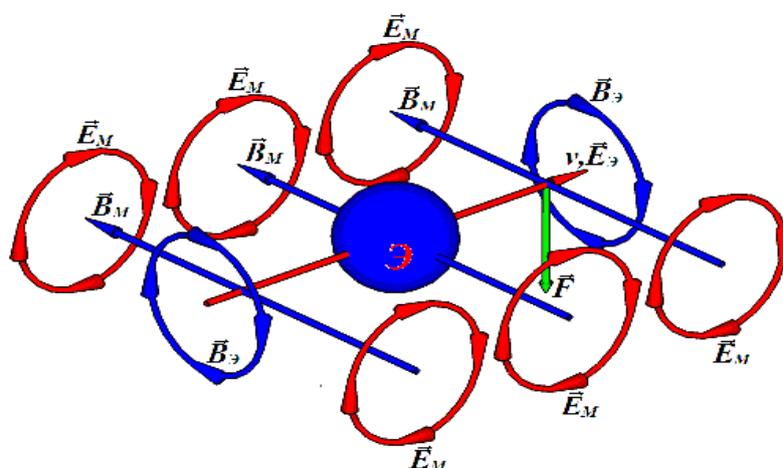
Глобальная система передачи электроэнергии без проводов, так называемая «Всемирная беспроводная система», основанная на высокой электропроводности плазмы и высокой электропроводности земли, была предложена Николой Тесла в начале 1904 года и по одной из гипотез вполне могла стать причиной Тунгусского метеорита, возникшего в результате «короткого замыкания» между заряженной атмосферой и землей.

2.2. Работа устройств, осуществляющих беспроводную передачу энергии

Для объяснения работы этих устройств следует объяснить некоторые понятия, т.к. для понимания принципы их работы необходимо провести краткий экскурс в физику.

Беспроводная передача электричества — способ передачи электрической энергии без использования токопроводящих элементов в электрической цепи. К 2011 году имели место следующие успешные опыты с передачей энергии мощностью порядка десятков киловатт в микроволновом диапазоне с КПД около 40 %: в 1975 году в обсерватории Goldstone (Калифорния) и в 1997 году в Grand Bassin на острове Реюньон (дальность порядка километра, исследования в области энергоснабжения посёлка без прокладки кабельной электросети). Технологические принципы такой передачи включают в себя индукционный (на малых расстояниях и относительно малых мощностях), резонансный (используется в бесконтактных смарт-картах и чипах RFID) и направленный электромагнитный для относительно больших расстояний и мощностей.

Магнетизм - это фундаментальная сила природы, которая провоцирует определенные типы материала притягивать или отталкивать друг друга. Единственными постоянными магнитами считаются полюса Земли. Ток потока в контуре генерирует магнитные поля, которые отличаются от осциллирующих магнитных полей скоростью и временем, потребным для генерации переменного тока. Силы, которые при этом появляются, изображает схема ниже.



Магнитная индукция. Если проводящий контур подключен к источнику питания переменного тока, он будет генерировать колебательное магнитное поле внутри и вокруг петли. Если второй проводящий контур расположен достаточно близко, он захватит часть этого колеблющегося магнитного поля, которое в свою очередь порождает или индуцирует электрический ток во второй катушке.

Таким образом, происходит электрическая передача мощности от одного цикла или катушки к другой, что известно как магнитная индукция. Примеры такого явления используются в электрических трансформаторах и генераторах. Это понятие основано на

законах электромагнитной индукции Фарадея. Там, он утверждает, что, когда есть изменение магнитного потока, соединяющегося с катушкой ЭДС, индуцированного в катушке, то величина равна произведению числа витков катушки и скорости изменения потока.

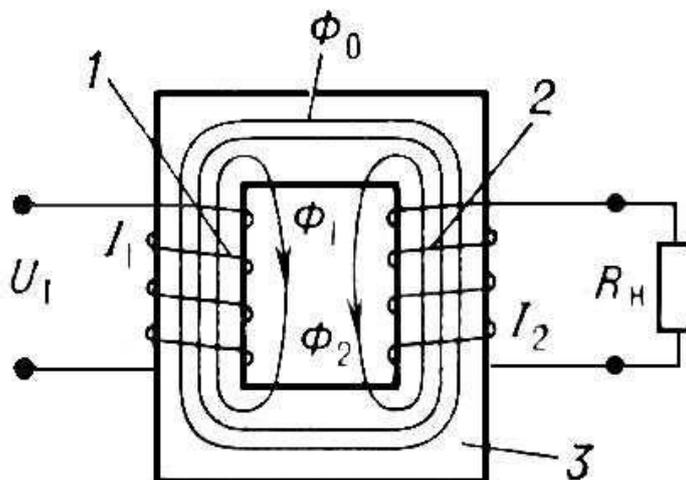


Рис. Электрический трансформатор ↑↑↑

Основная работа основана именно на магнетизме и электромагнетизме, как и в случае с радиовещанием. Беспроводная зарядка, также известна как индуктивная зарядка, основана на нескольких простых принципах работы, в частности технология требует наличия двух катушек. Передатчика и приемника, которые вместе генерируют переменное магнитное поле непостоянного тока. В свою очередь это поле вызывает напряжение в катушке приемника; это может быть использовано для питания мобильного устройства или зарядки аккумулятора.

Если направить электрический ток через провод, то вокруг кабеля создается круговое магнитное поле. Несмотря на то, что магнитное поле воздействует и на петлю, и на катушку сильнее всего оно проявляется именно на кабеле. Когда возьмете второй моток проволоки, на который не поступает электрический ток, проходящий через него, и место, в которое мы установим катушку в магнитном поле первой катушки, электрический ток от первой катушки будет передаваться через магнитное поле и через вторую катушку, создавая индуктивную связь.

Как пример возьмем электрическую зубную щетку. В ней зарядное устройство подключено к розетке, которая отправляет электрический ток на витой провод внутри зарядного устройства, создающего магнитное поле. Существует вторая катушка внутри

зубной щетки, когда ток начинает поступать и на неё, благодаря образовавшемуся магнитному полю, начинается заряд щетки без её непосредственного подключения к сети питания 220 В.

2.3. Виды беспроводной передачи энергии

1) Ультразвуковой способ

Ультразвуковой способ передачи энергии изобретён студентами университета Пенсильвании и впервые широкой публике представлен на выставке «The All Things Digital» (D9) в 2011 году. Как и в других способах беспроводной передачи чего-либо, использовался приёмник и передатчик. Передатчик излучал ультразвук; приёмник, в свою очередь, преобразовывал слышимое в электричество. На момент презентации расстояние передачи достигало 7-10 метров, и была необходима прямая видимость приёмника и передатчика. Передаваемое напряжение достигало 8 вольт; получаемая сила тока не сообщается. Используемые ультразвуковые частоты никак не действуют на человека. Также нет сведений и об отрицательном воздействии ультразвуковых частот на животных.

Практическое применение ультразвука для передачи энергии невозможно из-за очень низкого коэффициента полезного действия, ограничений во многих государствах на максимальный уровень звукового давления, не позволяющий передавать приемлемую мощность, и других ограничений

2) Метод электромагнитной индукции

При беспроводной передаче энергии методом электромагнитной индукции используется ближнее электромагнитное поле на расстояниях около одной шестой длины волны. Энергия ближнего поля сама по себе не является излучающей, однако некоторые радиационные потери всё же происходят. Кроме того, как правило, имеют место и резистивные потери. Благодаря электродинамической индукции, переменный электрический ток, протекающий через первичную обмотку, создаёт переменное магнитное поле, которое действует на вторичную обмотку, индуцируя в ней электрический ток. Для достижения высокой эффективности взаимодействие должно быть достаточно тесным. По мере удаления вторичной обмотки от первичной, всё большая часть магнитного поля не достигает вторичной обмотки. Даже на относительно

небольших расстояниях индуктивная связь становится крайне неэффективной, расходуя большую часть передаваемой энергии впустую.

Электрический трансформатор является простейшим устройством для беспроводной передачи энергии. Первичная и вторичная обмотки трансформатора прямо не связаны. Передача энергии осуществляется посредством процесса, известного как взаимная индукция. Основной функцией трансформатора является увеличение или уменьшение первичного напряжения. Бесконтактные зарядные устройства мобильных телефонов и электрических зубных щёток являются примерами использования принципа электродинамической индукции. Индукционные плиты также используют этот метод. Основным недостатком метода беспроводной передачи является крайне небольшое расстояние его действия. Приёмник должен находиться в непосредственной близости к передатчику для того, чтобы эффективно с ним взаимодействовать.

Использование резонанса несколько увеличивает дальность передачи. При резонансной индукции передатчик и приёмник настроены на одну частоту. Производительность может быть улучшена ещё больше путём изменения формы волны управляющего тока от синусоидальных до несинусоидальной переходной формы волны. Импульсная передача энергии происходит в течение нескольких циклов. Таким образом, значительная мощность может быть передана между двумя взаимно настроенными LC-цепями с относительно невысоким коэффициентом связи. Передающая и приёмная катушки, как правило, представляют собой однослойные соленоиды или плоскую спираль с набором конденсаторов, которые позволяют настроить принимающий элемент на частоту передатчика.

Обычным применением резонансной электродинамической индукции является зарядка аккумуляторных батарей портативных устройств, таких, как портативные компьютеры и сотовые телефоны, медицинские имплантаты и электромобили. Техника локализованной зарядки использует выбор соответствующей передающей катушки в структуре массива многослойных обмоток. Резонанс используется как в панели беспроводной зарядки (передающем контуре), так и в модуле приёмника (встроенного в нагрузку) для обеспечения максимальной эффективности передачи энергии. Такая техника передачи подходит универсальным беспроводным зарядным панелям для подзарядки портативной электроники, такой, например, как мобильные телефоны. Техника принята в качестве части стандарта беспроводной зарядки Qi.

Резонансная электродинамическая индукция также используется для питания устройств, не имеющих аккумуляторных батарей, таких, как RFID-метки и бесконтактные смарт-карты, а также для передачи электрической энергии от первичного индуктора винтовому резонатору трансформатора Теслы, также являющемуся беспроводным передатчиком электрической энергии.

3) Электростатическая индукция

Электростатическая или ёмкостная связь представляет собой прохождение электроэнергии через диэлектрик. На практике это градиент электрического поля или дифференциальная ёмкость между двумя или более изолированными клеммами, пластинами, электродами или узлами, возвышающимися над проводящей поверхностью. Электрическое поле создается за счёт заряда пластин переменным током высокой частоты и высокого потенциала. Ёмкость между двумя электродами и питаемым устройством образует разницу потенциалов.

Электрическая энергия, передаваемая с помощью электростатической индукции, может быть использована в приёмном устройстве, например, таком, как беспроводные лампы. Тесла продемонстрировал беспроводное питание ламп освещения энергией, передаваемой переменным электрическим полем.

Тесла говорил: «Вместо того чтобы полагаться на электродинамическую индукцию для питания лампы на расстоянии, идеальным способом освещения зала или комнаты будет создание таких условий, при которых осветительный прибор можно было бы переносить и размещать в любом месте, и он работал, независимо от того, где он находится, и без проводного подключения. Я сумел продемонстрировать это, создав в помещении мощное переменное электрическое поле высокой частоты. Для этой цели я прикрепил изолированную металлическую пластину к потолку и подключил её к одной клемме индукционной катушки, другая клемма была заземлена. В другом случае я подключал две пластины, каждую к разным концам индукционной катушки, тщательно подобрав их размеры. Газоразрядная лампа может перемещаться в любое место помещения между металлическими пластинами или даже на некоторое расстояние за ними, излучая при этом свет без перерыва».

4) Микроволновое излучение

Радиоволновую передачу энергии можно сделать более направленной, значительно увеличив расстояние эффективной передачи энергии путём уменьшения длины волны

электромагнитного излучения, как правило, до микроволнового диапазона. Для обратного преобразования микроволновой энергии в электричество может быть использована ректенна, эффективность преобразования энергии которой превышает 95 %.

Японский исследователь Хидэцугу Яги исследовал беспроводную передачу энергии с помощью, созданной им направленной антенной решётки. В феврале 1926 года им была опубликована работа об устройстве, известном сейчас как антенна Яги. Хотя она оказалась неэффективной для передачи энергии, сегодня её широко используют в радиовещании и беспроводных телекоммуникациях из-за её превосходных рабочих характеристик.

В 1945 году советский учёный Семён Тетельбаум опубликовал статью, в которой впервые рассматривал эффективность микроволновой линии для беспроводной передачи электроэнергии. После Второй мировой войны, когда началось развитие мощных СВЧ-излучателей, известных под названием магнетрон, идея использования микроволн для передачи энергии была развита.

В 1964 году был продемонстрирован миниатюрный вертолёт, к которому энергия передавалась с помощью СВЧ-излучения.

Беспроводная передача энергии высокой мощности с использованием микроволн подтверждена экспериментально. Опыты по передаче десятков киловатт электроэнергии проводились в обсерватории Голдстоун (Goldstone, штат Калифорния) в 1975 году и в 1997 году в Гранд Бассине (Grand Bassin) на острове Реюньон. В ходе экспериментов достигнута передача энергии на расстояние порядка одного километра.

Экспериментами по беспроводной передаче энергии с помощью СВЧ-излучения занимался также академик Пётр Капица.

5) Лазерный метод

В том случае, если длина волны электромагнитного излучения приближается к видимой области спектра (от 10 мкм до 10 нм), энергию можно передать путём её преобразования в луч лазера, который затем может быть направлен на фотоэлемент приёмника.

Лазерная передача энергии по сравнению с другими методами беспроводной передачи обладает рядом преимуществ:

- передача энергии на большие расстояния (за счёт малой величины угла расходимости между узкими пучками монохроматической световой волны);
- удобство применения для небольших изделий (благодаря небольшим размерам твердотельного лазера — фотоэлектрического полупроводникового диода);
- отсутствие радиочастотных помех для существующих средств связи, таких, как Wi-Fi и сотовые телефоны (лазер не создаёт таких помех);
- возможность контроля доступа (получить электроэнергию могут только приёмники, освещённые лазерным лучом).

У данного метода есть и ряд недостатков:

- преобразование низкочастотного электромагнитного излучения в высокочастотное, которым является свет, неэффективно. Преобразование света обратно в электричество также неэффективно, так как КПД фотоэлементов достигает 40-50 %, хотя эффективность преобразования монохроматического света значительно выше, чем эффективность солнечных панелей;
- потери в атмосфере;
- необходимость прямой видимости между передатчиком и приёмником (как и при микроволновой передаче).

Технология передачи мощности с помощью лазера ранее, в основном, исследовалась при разработке новых систем вооружений и в аэрокосмической промышленности, а в настоящее время разрабатывается для коммерческой и потребительской электроники в маломощных устройствах. Для лучшего понимания лазерных систем следует принимать во внимание то, что распространение лазерного луча гораздо в меньшей степени зависит от дифракционных ограничений, как пространственное и спектральное согласование характеристик лазеров позволяют увеличить рабочую мощность и дистанцию, как длина волны влияет на фокусировку.

Драйденский лётно-исследовательский центр НАСА продемонстрировал полёт лёгкого беспилотного самолёта-модели, питаемого лазерным лучом. Это доказало возможность периодической подзарядки посредством лазерной системы без необходимости приземления летательного аппарата.

С 2006 года компания PowerBeam, изобретшая лазерную технологию, безопасную для глаз, также разрабатывает готовые для коммерческого применения узлы для различных потребительских и промышленных электронных устройств.

В 2009 году в соревновании НАСА по передаче энергии лазером первое место и приз в \$900 тыс. получила компания LaserMotive, продемонстрировав собственную разработку, способную действовать на расстоянии в один километр. Лазер победителя смог передать мощность в 500 Вт на расстояние в 1 км с 10 % КПД.

III. Практическая часть

3.1. Устройство для беспроводной передачи энергии - Качер Бровина

В результате изучения данной темы я пришла к выводу, что вполне вероятно собрать катушку Теслы дома, но т.к. Никола создал её более 120 лет назад, и наверняка были созданы новые приборы, в основе которых лежат новые материалы, открытые в 20, а может быть и 21 веке. Поискав ответ на интересующую меня тему на просторе интернета, я выяснила, что существует устройство, в принципах работы которого как раз и лежат те самые, которые использовал Никола Тесла. Данное устройство называется качер Бровина, оно имеет схожий принцип работы, но при этом в его конструкции используется полупроводниковые резисторы, которых не существовало при жизни Теслы. Т.к. мой проект напрямую связан с последними инновациями в технологиях, то я считаю разумным использовать более универсальную и практичную конструкцию, поэтому я решила попробовать создать данное устройство в домашних условиях. Для его создания мне потребовались следующие предметы и материалы (Приложение 1: «Экономическое обоснование устройства беспроводной передачи энергии»):

- 1) Полупроводниковый транзистор – транзистор биполярный
- 2) Провод медный обмоточный D 0,2мм
- 3) Провод медный обмоточный D 1,5мм
- 4) Резистор 33кОм
- 5) Основа для вторичной катушки, в моём случае шприц 20 мл
- 6) Батарейка-крона
- 7) Колодка для батарейки
- 8) Кнопка вкл./выкл.
- 9) Некоторые инструменты (паяльник, скотч, нож, наждачная бумага)

Собирать данный качер я решила по наиболее простой схеме (Приложение 2), т.к. я никогда не увлекалась радиоэлектроникой, и даже процесс спайки схемы был для меня чем-то новым. Пришлось изучить обозначения на схеме, их предназначение и функции, а также, что немаловажно, величины характеризующие данные приборы, потому что именно от них зависит правильность работы устройства. В некоторых аспектах сборки

мне пришлось обратиться к человеку, хорошо разбирающемуся в радиотехнике, потому что без его помощи я бы наверняка не смогла собрать качер.

Первым этапом моей работы было создание первичной (на схеме обозначена волнообразной линией с меньшим количеством дуг) и вторичной катушек (соответственно волнообразная линия с большим количеством дуг). Если с созданием первичной катушки у меня не возникло проблем, то со вторичной всё оказалось не так просто, т.к. она мотается очень тонкой проволокой, и витки должны не накладываться друг на друга и их должно быть более 300.

Далее я спаяла нужную мне схему из транзистора, отвечающего за рабочую частоту данной схемы, и резистора, выполняющего функцию ограничения тока базы транзистора.

Собрав данное устройство и затратив на это немало времени, я столкнулась с непонятной причиной его не работы, т.к. газоразрядная лампа, при внесении в предположительную зону магнитного поля не начинала свечение (инертный газ, наполняющий её подвергается воздействию высокочастотного импульсного поля качера и должен начинать свечение). Поискав информацию о данных причинах, я столкнулась с их большим количеством и разнообразием. Оказалось, что точно определить эти причины очень сложно, в результате возникает много условностей, для решения которых надо перепробовать большое число изменений и поправок в устройстве. На что у меня ушло почти 3 недели, несмотря на практически постоянную работу над данным устройством.



Также в процессе работы у меня получалось достичь желаемого результата, но т.к. для работы данного устройства транзистор подбирали определённую частоту, то она могла достигать довольно больших значений, в результате чего транзистор перегревался и начинал дымить. Поэтому в процессе работы над устройством было решено добавить в схему радиатор на транзистор, чтобы частично решить проблему с перегревом, поскольку из-за неё сгорело 4 транзистора. Но даже радиатор не сумел решить данную проблему полностью, поэтому, в теории, схему можно усовершенствовать.

Также я решила рассчитать КПД качера по формуле:

$$\eta = \frac{A_{\text{пол}}}{A_{\text{зат}}} * 100\% , \text{ где}$$

$$A_{\text{пол}} = P_{\text{лампы}} * t$$

$$A_{\text{зат}} = I_{\text{крон}}^2 * R * t \text{ (} R=33000 \text{ Ом, берётся из схемы устройства и } I_{\text{крон}} = 0,265 \text{ А)}$$

$$\eta = \frac{P_{\text{лампы}}}{I_{\text{крон}}^2 * R}$$

Подставив значения, получаю следующее:

$$\eta = \frac{11 \text{ Вт}}{(0,265 \text{ А})^2 * 33000 \text{ Ом}} * 100\% \approx 0,47\%$$

Столь низкий показатель КПД объясняется самим принципом работы качера, т.к. ещё на возникновении электромагнитного поля, а также и на процессе преобразования энергии данного поля в энергию свечения газа в лампе.

В итоге у меня получилось собрать рабочее устройство, хоть оно и обладает небольшим КПД, но вполне способно осуществлять беспроводную передачу энергии. Поэтому, на мой взгляд, это успешный опыт, доказывающий мою гипотезу.

3.2. Беспроводная передача энергии среди населения

Люди по всему миру активно используют беспроводную передачу энергии, потому что практически у каждого дома есть микроволновка и она активно используется. Также данная технология находится в стадии активного развития и распространения в качестве способа беспроводной зарядки гаджетов и смартфонов, лидирующие компании по производству смартфонов уже сейчас начинают распространять технологию беспроводной зарядки не только в своих флагманах, но и моделях среднего сегмента.

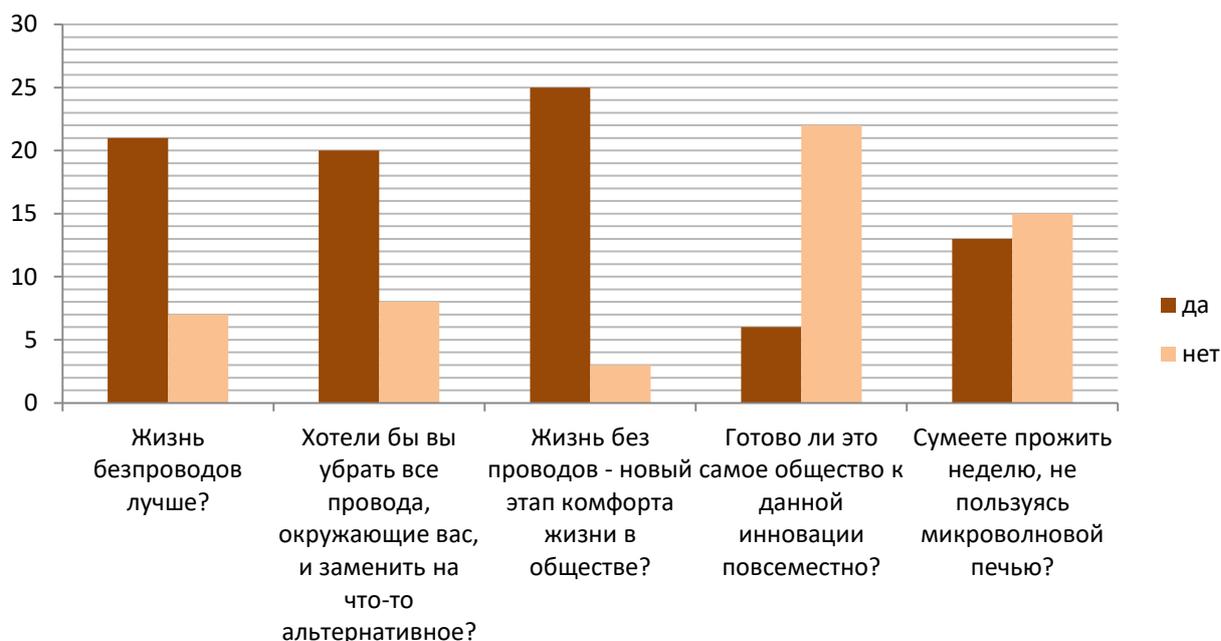
Некоторые компании не только её активно распространяют, но ещё всяческими образами совершенствуют, но сейчас эти технологии ещё не стали широко распространёнными. Вызвано это тем, что на любое нововведение в электронике нужно время, поскольку на начальных стадиях данные технологии имеют высокую себестоимость. Но это лишь вопрос времени, и возможно буквально через 50 лет практически каждый человек будет ностальгически вспоминать о всех тех проводах и шнурах, которые были необходимы для зарядки своих девайсов.

А на данный момент мы имеем возможность разогреть себе еду в микроволновой печи. Кроме того некоторые могут знать о беспроводных зарядках: Samsung Wireless Charger Convertible, Xiaomi Mi Wireless Charger, Interstep Qi и многих других.

Также я решила выяснить знания и мнение о беспроводной передаче энергии среди своих сверстников, задав им следующие вопросы (Приложение 3):

- 1) Жизнь без проводов лучше?
- 2) Хотели бы вы убрать все провода, окружающие вас, и заменить на что-то другое?
- 3) Жизнь без проводов – новый этап комфорта жизни в обществе?
- 4) Готово ли это самое к обществу к данной инновации повсеместно?
- 5) Сумеете прожить неделю, не пользуясь микроволновой печью?

Проведя данное анкетирование, я получила следующие результаты:



По итогам опроса можно судить о том, что беспроводная передача энергии довольно востребована в современном мире и многие в ней заинтересованы, но всё равно инновации подобного рода не смогут вестись повсюду, поскольку для их введения требуется постепенность.

3.3. Отрицательное воздействие качера Бровина

Несмотря на положительные моменты использования данного устройства, нельзя не отметить его отрицательного воздействия. Выполняя данную работу, я обратила внимание на то, что из-за сильного электромагнитного поля, созданного вблизи качера, из строя выходят сотовые телефоны, фотоаппарат, планшет. И здесь я задумалась о том, что помимо положительных моментов, данный прибор оказывает отрицательное воздействие, в том числе на организм человека. Прочитав литературу по данному вопросу, я выяснила, что сильное электромагнитное поле оказывает негативное влияние на нервную систему человека. Длительное нахождение возле работающего прибора вызывает головную боль, и при близком контакте несильную ноющую боль в мышцах рук. Помимо этого, как выяснилось, качер может выделять озон, это мы можем ощутить по соответственному запаху. Озон в умеренных количествах оказывает благоприятное воздействие на организм. Он принимает участие в различных биологических процессах.

К полезным воздействиям озона на организм человека относятся:

Защитная функция. Озон создает защитный барьер в верхних слоях атмосферы (озоновый слой). Он спасает от солнечной радиации. При его повреждении она проникает в атмосферу, под ее влиянием развиваются различные кожные заболевания;

- Антимикробное действие. Озон используют в медицине для уничтожения болезнетворных бактерий и вирусов;
- Окислительные и восстановительные реакции в организме. Этот газ способствует проведению данных химических реакций;
- Антиоксидантное воздействие;
- Воздействует на систему кроветворения. А именно улучшает процесс кроветворения, разжижает кровь (уменьшается ее свертываемость);
- Повышение защитных свойств организма;
- Улучшение дыхания тканей и органов, уменьшение боли.

Несмотря на большой список положительных свойств озона, этот газ не только полезен, но и вреден для организма человека, поскольку способен губительно влиять на живые организмы. Это происходит при высоких концентрациях данного газа.

Негативное воздействие газа озона на организм человека:

- Агрессивное воздействие на слизистые оболочки и кожный покров. О₃ раздражает их, что провоцирует развитие воспалительного процесса;
- Обострение и усиление проявлений аллергических реакций;
- Гибель клеток;
- Повышение риска возникновения атеросклероза;
- Пагубное влияние на сердечно-сосудистую и половую (у мужчин) систему.

Так же не стоит трогать руками разряды, из-за высокой частоты, может остаться небольшой ожог на коже. Таким образом, можно сделать вывод, о том, что при работе с данным прибором необходимо соблюдать правила по технике безопасности:

1. Не пробуйте трогать руками разряды. Боль, если и будет, то несильная, но ожог вам обеспечен.
2. Не подпускайте к устройству домашних животных.
3. Не подносите к устройству мобильные телефоны и другую электронику.
4. Не стоит находиться длительное время рядом с включенным прибором.

IV. Заключение

В результате проведённой работы я изучила большое количество теории, связанной со способами беспроводной передачи энергии. Так же выяснила, что устройства, способные осуществлять беспроводную передачу энергии, можно собрать самостоятельно, но это довольно трудоёмкий процесс, который требует определённых знаний и способностей как в физике, так и в радиотехнике.

Также я была очень рада узнать, что технология беспроводной передачи энергии получает довольно широкое распространение в современном мире. Из результатов проведённого мною анкетирования можно судить о том, что беспроводная передача энергии была бы очень полезна для общества. Кроме того, я установила, что микроволновка в принципе работы которой лежит способ микроволнового излучения уже вошла в нашу жизнь как нечто привычное и многие с трудом представляют жизнь без неё, т.к. она значительно облегчает жизнь. Да и у некоторых сторонников новаторства в области бытовой электроники могут найтись устройства, работающие по данной технологии. Например, электрическая зубная щётка, работающая не от батареек, а от аккумулятора.

Подводя итог моей работы, я могу сказать, что гипотеза моего проекта: беспроводную передачу энергии можно осуществить без сложного оборудования, создав для этого несложное устройство; при этом оно будет обладать не очень большим КПД, и будет выполнять нужную задачу, подтвердилась. Созданный мною качер и в правду обладал довольно низким КПД. Но всё же данное устройство функционирует, несмотря на все отрицательно воздействующие на него факторы.

В то же время самодельное беспроводное устройство обойдется в 4 раза дешевле по отношению к готовому беспроводному устройству, при затрате времени в 5,5 человек часов, что несомненно положительно скажется на семейном бюджете.

Технология беспроводной передачи энергии поистине является революционной для нынешнего общества, т.к. начинает получать широкое распространение уже сегодня. Хотя первые масштабные опыты были проведены Николой Тесла чуть более ста лет назад, данная технология только сейчас перешла на более глобальный уровень. И можно с уверенностью сказать, что в ближайшее время именно она в процессе непосредственного развития станет одной из основополагающих в будущем.

У. Список литературы и интернет ресурсов:

1. Иваненко В. П., Мусаев А. Ф., Кузьмин В. В., Добряков А. Б., Азаев Р. А., Зуев Н. А. Микроволновые печи и безопасность их эксплуатации // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Процессы и аппараты пищевых производств». — 2007. — № 1. — С. 444-446.
2. Калашников С.Г. Электричество. — М.: Гостехтеориздат, 1956. — 664 с.
3. Миллер М. А., Пермитин Г. В. Электромагнитная индукция // Физическая энциклопедия : [в 5 т.] / Гл. ред. А. М. Прохоров. — М.: Большая российская энциклопедия, 1999. — Т. 5: Стробоскопические приборы — Яркость. — С. 537—538. — 692 с.
4. Ржонсницкий Б. Н. Выдающийся электротехник Никола Тесла (1856—1943). — Вопросы естествознания и техники. Институт естествознания и техники АН СССР. — Вып. I. — М., 1956. — С. 192.
5. Тарасов Л. В. Физика процессов в генераторах когерентного оптического излучения. — М.: Радио и связь, 1981. — 440 с.
6. Фейгин О. Никола Тесла: Наследие великого изобретателя. — М.: Альпина нон-фикшн, 2012. — 328 с.
7. Беспроводная передача энергии: <https://domikelectrica.ru/3-sposoba-peredachi-energii-bez-provodov/>
8. Введение в беспроводную передачу электрической энергии: <https://radioprogram.ru/post/152>
9. Схема беспроводной передачи энергии: <https://modelmen.ru/p3128/shema-peredachi-elektroenergii-bez-provodov>
10. Делаем беспроводную передачу электрической энергии: <https://usamodelkina.ru/4382-delaem-besprovodnuyu-peredachu-elektroenergii.html>

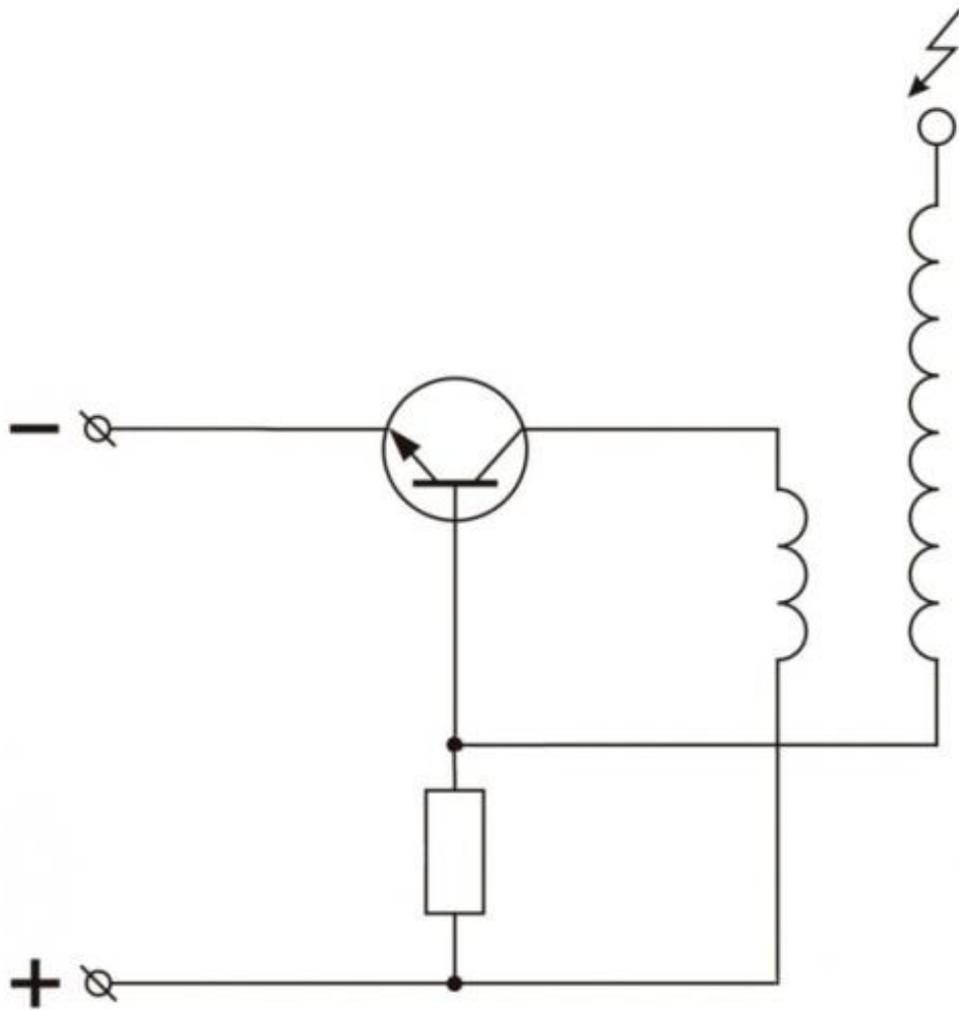
VI. Приложения

6.1. Приложение 1

«Экономическое обоснование устройства беспроводной передачи энергии»

№ п/п	Оборудование	Количество, шт./м	Цена, руб. за 1 ед.	Стоимость, руб.	Средняя стоимость готового беспроводного устройства, руб.	Отношение стоимости готового беспроводного устройства к самодельному беспроводному устройству
1	Полупроводниковый транзистор – транзистор биполярный	1	399,29	399,29	$\frac{(799,00 + 13999,00)}{2}$	$\frac{7399,00}{1829,29}$
2	Провод медный обмоточный D 0,2мм	5	130,00	650,00		
3	Провод медный обмоточный D 1,5мм	1	85,00	85,00		
4	Резистор 33кОм	1	7,00	7,00		
5	Основа для вторичной катушки, в моём случае шприц 20 мл	1	327,00	327,00		
6	Батарейка-крона	1	178,00	178,00		
7	Колодка для батарейки	1	21,00	21,00		
8	Кнопка вкл./выкл.	1	62,00	62,00		
9	Некоторые инструменты (паяльник, скотч, нож, наждачная бумага)	-	-	100,00		
Итого		Затрачено 5,5 человек часов		1829,29	7399,00	4,0447

6.2. Приложение 2:
«Схема качера Бровина»



«Анкета, определяющая знания и умения о беспроводной передаче энергии среди обучающихся 9 класса МБОУ «Скалистская СОШ и их сверстников»»

- 1) Жизнь без проводов лучше?
- 2) Хотели бы вы убрать все провода, окружающие вас, и заменить на что-то другое?
- 3) Жизнь без проводов – новый этап комфорта жизни в обществе?
- 4) Готово ли это самое к обществу к данной инновации повсеместно?
- 5) Сумеете прожить неделю, не пользуясь микроволновой печью?