

**Региональный этап Всероссийской олимпиады школьников по
экологии**

Проектный тур

**Исследовательский проект по теме
«Создание модели ветрогенератора как
источника альтернативной энергии»**

**Автор: Есин Кирилл Сергеевич
ученик 11 класса А
МБОУ Лицей №25
им. Н.Ф. Ватутина
города Димитровграда
Ульяновской области**

**Руководитель: Шаяхметова В. В.
учитель химии и биологии**

Ульяновская область, 2024 г.

Содержание

Введение.....	3-4
Глава 1. Теоретическая	
1.1. История появления ветрогенератора.....	4-5
1.2. Принцип работы ветрогенератора.....	5-6
1.3. Виды ветрогенераторов.....	6-7
1.4. Преимущества и недостатки использования ветрогенератора как альтернативного источника энергии.....	7
Глава 2. Методическая	
2.1. Выбор модели и создание эскиза ветрогенератора.....	7-8
2.2. Подбор и оценка оборудования.....	8-9
Глава 3. Практическая	
3.1. Этапы создания ветрогенератора.....	9
3.2 Оценка эффективности модели ветрогенератора.....	9-10
Выводы.....	10
Заключение.....	10-11
Список литературы.....	11
Приложение.....	12-17

Введение

Энергетические проблемы выходят на первое место в мире среди важнейших проблем и задач, которые предстоит решить обществу в XXI веке. Сложившаяся ресурсная база энергетики, на которой строится вся хозяйственная деятельность человечества, исчерпаема уже в обозримом будущем. В связи с этим вопросы энергосбережения, развития и внедрения систем альтернативной энергетики или возобновляемых источников энергии становятся одними из самых актуальных [1, стр. 25]

Альтернативные источники электроэнергии имеют большой потенциал для развития и могут стать важным элементом энергетической системы будущего. На законодательном уровне применительно к альтернативной энергетике чаще всего используется термин «возобновляемые источники энергии». В «Законе об электро-энергетике» от 26.03.2003 № 35-ФЗ под такими источниками понимаются:

- энергия солнца;
- энергия ветра;
- энергия вод (в том числе энергия сточных вод);
- энергия приливов;
- энергия волн водных объектов;
- геотермальная энергия с использованием природных подземных теплоносителей;
- низкопотенциальная тепловая энергия земли, воздуха, воды с использованием специальных теплоносителей;
- биомасса, включающая в себя специально выращенные для получения энергии растения, в том числе деревья, а также отходы производства и потребления;
- биогаз, газ, выделяемый отходами производства и потребления на свалках таких отходов, газ, образующийся на угольных разработках [4]

В настоящее время наблюдается повышенный интерес использования нетрадиционных возобновляемых источников энергии – энергии ветра. Использование энергии ветра является одним из самых перспективных направлений в современной энергетике. Наглядное сравнение: потенциал ветра более чем в 100 раз превышает потенциал всех рек Земли [6]. Поэтому в своей работе я хочу рассмотреть возможность использования энергии ветра в качестве альтернативного источника энергии.

Целью моего исследовательского проекта является изучение ветровой энергии как альтернативного источника энергии, а также создание и оценка эффективности модели ветрогенератора.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие **задачи**:

1. Изучить историю появления и принцип работы ветрогенератора;
2. Подобрать оборудование и собрать модель ветрогенератора;
3. Оценить эффективность его использования.

Объектом исследования является ветрогенератор.

Предметом исследования является ветрогенератор как альтернативный источник энергии.

Гипотеза: ветрогенератор можно эффективно использовать в качестве альтернативного источника энергии в домашних условиях.

Для решения поставленных задач и проверки гипотезы были использованы следующие методы исследования: изучение литературы, анализ, сравнение, наблюдение, измерение, обобщение, моделирование.

Практическая значимость данного проекта заключается в том, что результат моей работы может быть воссоздан любым человеком, который желает создать альтернативный источник энергии у себя дома. Так же продукт моего проекта можно использовать на уроках физики и экологии для демонстрации работы альтернативных источников энергии.

Глава 1. Теоретическая

1.1. История появления ветрогенератора

История ветроэнергетики начинается сотни лет назад, когда люди начали строить ветряные мельницы для того, чтобы накачать воду для орошения сельскохозяйственных культур и превратить зерно в муку.

Первые ветряные мельницы были построены на территории Ближнего Востока примерно в IX веке на границах между современным Афганистаном и Ираном. Это были мельницы с вертикально ориентированной осью, вертикальными валами и лопастями прямоугольной формы, на которые была натянута плотная ткань. Функцией таких мельниц были помол зерна и насосная подача воды. Более поздние свидетельства использования энергии ветра ученые находят на Ближнем Востоке и Средней Азии, в Китае и Индии.

На территории современной Европы ветряные мельницы появились значительно позже: примерно в XII веке. «Европейский вариант» с горизонтальной осью отличается принципиально от «восточного» с вертикальной. Распространению ветряков в Европе способствовало замерзание рек зимой, когда водяные мельницы переставали работать. Первую ветроэнергетическую установку построил в 1887 году шотландский профессор Джеймс Блайт. Десятиметровый ветряк, установленный на участке его загородного дома, использовался для зарядки аккумуляторов, от которых коттедж питался электроэнергией. Это был первый в мире дом, обеспеченный электричеством с помощью ветра.

Более сложный и крупный ветряк для выработки электроэнергии был построен в самом конце XIX в. в Кливленде, штат Огайо. Чарльз Браш спроектировал и построил ветряную турбину, которая прослужила верой и правдой с 1886 до 1900 года.

Самое динамичное развитие ветровой энергетики в 20м веке наблюдалось в Дании. К 1908 году уже было построено 72 ветряка мощностью от 5 до 25 кВт. Конструкция легкого ветряка с тремя лопастями и

направлением на ветер, характерная для этой ветреной страны, теперь стала классикой.

1931 год — год рождения ветрогенератора с вертикальной осью. Французский изобретатель Дарье своим инженерным решением убил сразу двух зайцев: теперь ветряк мог работать при любом направлении ветра, тяжелый редуктор и генератор теперь можно было размещать на земле. Это позволило сэкономить на материалах и обслуживании ветроустановки.

Предшественником современных ветряков был советский ветряной двигатель около Ялты, работавший с 1931 по 1942 год. Он обладал мощностью 100 кВт и был подсоединен к местной распределительной системе напряжением 6,3 кВ. Следует отметить, что его годовой коэффициент нагрузки был 32%, что весьма близко к показателям современных установок.

В настоящее время, ветровые турбины существуют во многих местах: прибрежных и морских районах, степях и полях. Современные технологии позволяют использовать энергию ветра в крупных масштабах [2].

1.2. Принцип работы ветрогенератора

Ветроэнергетика - отрасль энергетики, специализирующаяся на преобразовании кинетической энергии воздушных масс в атмосфере в электрическую, механическую, тепловую или в любую другую форму энергии, удобную для использования в народном хозяйстве. Энергию ветра относят к возобновляемым видам энергии, так как она является следствием деятельности солнца [3, стр. 5]

Ветрогенератор представляет устройство, преобразующее энергию ветра в электрическую энергию. В каждой типовой установке можно выделить одинаковые элементы (см. Приложение 1)

- генератор переменного тока – устройство, преобразующее механическую энергию ветра в электрическую;
- лопасти, которые передают вращение к валу;
- мачта ветряка, к которой крепятся лопасти;
- аккумуляторы, накапливающие энергию, что позволяет использовать ее при небольшом ветровом потоке или его полном отсутствии.
- контроллер – преобразователь переменного напряжения, полученного с генератора, в постоянное, которое применяется для заряда батареи [1, стр. 35]

В основу функционирования ветрогенератора положена трансформация кинетической энергии ветра в механическую энергию ротора, которая затем преобразуется в электроэнергию. Принцип работы достаточно прост: вращение лопастей, закрепленных на оси устройства, приводит к круговым движениям роторгенератора, благодаря чему вырабатывается электроэнергия (см. Приложение 2, рис.1).

Получаемый нестабильный переменный ток «стекает» в контроллер, где он преобразуется в постоянное напряжение, способное зарядить батареи.

Оттуда питание поступает на инвертор, где оно трансформируется в переменное напряжение с показателем 220/380 В, которое и подается потребителям [5].

1.3. Виды ветрогенераторов

В настоящее время выпускается несколько основных видов ветрогенераторов (см. Приложение 3, рис. 2-5):

- вертикальные ветрогенераторы;
- горизонтальные ветрогенераторы;
- ветрогенераторы, работающий на водяных каплях;
- ветрогенераторы-парус.

Горизонтальные ветроустановки, ось вращения которых перпендикулярна потоку ветра, серийно не производятся, так как считаются малоэффективными. Кроме того, их приходится оснащать специальными системами ориентации. Достоинства горизонтальных ветрогенераторов перед вертикальными заключаются в большей быстроходности и большей вырабатываемой мощности.

Вертикальные ветроустановки имеют несколько преимуществ перед горизонтальными:

- они могут работать при любом направлении ветра;
- им не требуются устройства, определяющие направление ветра;
- у них снижены гироскопические нагрузки на лопасти пропеллера и систему передачи энергии;
- их можно устанавливать на уровне земли;
- конструкция гораздо проще.

Кроме стандартных вертикальных и горизонтальных ветроустановок, уже освоенных серийными производителями, сейчас предлагаются и другие виды ветрогенераторов. Например, в Голландии создан прототип ветрогенератора, не имеющего подвижных частей. Считается, что он будет отличаться повышенной надежностью. Конструкция этого необычного ветрогенератора достаточно проста: внутри металлической рамы параллельно располагаются трубки со специальными соплами и электродами. Из сопел поступают положительно заряженные капли воды, которые ветром сносятся к положительно заряженным электродам, в результате чего заряд возрастает. Производительность устройства зависит от количества капель, скорости ветра и силы электрического поля. Такая ветроустановка отличается от стандартных моделей полным отсутствием движущихся и/или трущихся деталей. А следовательно - никакого шума, никакой вибрации, никакого износа за счет трения.

Еще один вариант без лопастей - ветроустановка, созданная по принципу паруса. Внешне она похожа на обычный ветрогенератор с горизонтальной осью вращения, только вместо лопастей у нее устройство, напоминающее спутниковую антенну. Это парус, который улавливает ветер. Ветер заставляет парус колебаться, колебания приводят в движение поршни, те включают гидравлическую систему, и таким образом кинетическая

энергия преобразуется в электрическую. Такой ветрогенератор рекламируется как более надежный, долговечный, не требующий особых затрат на обслуживание, бесшумный и производительный [5].

1.4. Преимущества и недостатки использования ветрогенератора как альтернативного источника энергии

Изучив источники информации, я пришел к выводу, что использование ветрогенераторов в качестве источника альтернативной энергии имеет как достоинства, так и недостатки [3, стр. 58]

Таблица 1. Достоинства и недостатки ветрогенераторов

Преимущества и плюсы ветрогенераторов	Недостатки ветрогенераторов
<p><i>Бесплатность и возобновляемость:</i> топливо для работы не требуется. А ветер - идеальный и бесконечный источник энергии.</p> <p><i>Универсальность:</i> могут быть установлены в любых климатических условиях и для них подходит почти любая местность.</p> <p><i>Безотходность:</i> срок службы ветрогенератора в среднем составляет 20-30 лет, и после его демонтажа не остается ядовитых отходов.</p> <p><i>Экологичность:</i> ветрогенераторы не производят вредных выбросов в атмосферу, что делает их более экологически чистыми, чем традиционные источники энергии, такие как уголь или нефть.</p> <p><i>Эффективность:</i> ветрогенератор производит в 85 раз больше энергии, чем потребляет и не имеет потерь при транспортировке энергии.</p> <p><i>Внесезонность:</i> не снижается производительность в зимний период, в отличие от солнечных панелей.</p>	<p><i>Финансовые затраты:</i> стоимость установки, которая производит 1 гига-ватт мощности, около 1 миллиона долларов.</p> <p><i>Непостоянство:</i> сила энергии ветра не постоянна, это вызывает колебания в выработке энергии.</p> <p><i>Опасность для птиц:</i> мощные движущиеся элементы ветрогенераторов могут убивать птиц и летучих мышей. Особенно это опасно в периоды миграции птиц.</p> <p><i>Шумовое загрязнение:</i> ветряные электростанции являются источниками постоянных низкочастотных шумов. Эти низкочастотные шумы (около 40 дБ) могут вызывать у человека усталость.</p> <p><i>Помехи:</i> некоторые ветряные электростанции с большим диаметром лопастей и высокой скоростью вращения могут вызывать радиолокационные помехи, а также влиять на телевизионный сигнал.</p>

Глава 2. Методическая

2.1. Выбор модели и создание эскиза ветрогенератора

Прежде чем создать модель ветрогенератора, я изучил параметры различных моделей и данные занес в таблицу.

Таблица 2. Сравнительная характеристика признаков ветрогенераторов.

Признак	Классификация	Преимущества	Недостатки
Количество лопастей	одно- двух- трёх- многолопастные	Многолопастные начинают своё вращение при малейшем движении воздуха	Применимы лишь для таких целей, где важен сам факт вращения, а не вырабатываемая электроэнергия
Материал лопастей	- Жёсткие; - парусные	Парусные дешевле жёстких, сделанных из стеклопластика, или из металла	Парусные чаще ломаются
Расположение оси вращения к поверхности земли	- горизонтальные - вертикальные	С вертикальной осью ветряки сразу схватывают малейшие дуновения ветерка, не требуют флюгера	С вертикальной осью ветряки менее мощные, чем горизонтальные
Шаговый признак винта	- с изменяемым шагом; - с фиксированным шагом.	Изменяемый шаг даёт возможность увеличить скорость вращения	Конструкция сложна, увеличивает вес ветряка, более прост и надёжен фиксированный шаг

После сравнения характеристик ветрогенераторов, я пришел к выводу, что мой прибор будет:

- многолопастным
- лопасти жёсткие, изготовленные из ПВХ
- ось вращения расположена горизонтально к поверхности земли
- с фиксированным шагом.

Именно этот тип ветряного двигателя имеет максимальный коэффициент использования ветра при минимальном расходе материалов.

Я начертил электрическую схему ветрогенератора (см. Приложение 4, рис. 6).

Данная модель ветрогенератора проста в сборке, требует минимальных навыков паяния, будет финансово выгодна.

2.2. Подбор и оценка оборудования

Для самостоятельной сборки ветряного генератора я подготовил следующие расходные материалы и комплектующие (см. Приложение 5, фото 1):

- генератор на 1 вольт;

-аккумуляторная батарея соответствующего номинального напряжения;

-деревянный нагель;

-алюминиевые провода;

-преобразователь напряжения 0,9- 5Вт;

-вентилятор.

Так же использовал минимальный комплект инструментов: клеевой пистолет, изолента, канцелярский нож, плоскогубцы.

Фактическая стоимость оборудования составила:

Оборудование	Цена
1. Генератор на 1 вольт;	200р.
2. Преобразователь напряжения 0,4-5Вт;	136р
3. Вентилятор.	256р
Цена	592р

Таким образом, стоимость изготовленного мной ветрогенератора составила 592 рубля, что в несколько раз меньше стоимости учебных ветряных турбин, продаваемых в интернет-магазинах. Их стоимость составляет 1500 -2500 рублей.

Глава 3. Практическая

3.1. Этапы создания ветрогенератора

К основным компонентам системы, без которых работа ветряка невозможна, относят следующие элементы:

1) Генератор – необходим для выработки переменного тока. Сила тока и напряжение генератора зависит от скорости и стабильности ветра.

2) Лопасты – приводят в движение вал генератора благодаря кинетической энергии ветра.

Я взял стандартный кулер от компьютера, взял из него вентилятор. Проведенные эксперименты показали, что наиболее подходящим материалом для изготовления лопастей тихоходного ветряка является пластик. Далее из фанеры и деревянного нагеля сделал основание ветрогенератора. Вентилятор я приклеил к генератору. Проводами я подключил генератор к преобразователю напряжения (см. Приложение 6, фото 2) Электрические характеристики измерены с помощью прибора мультиметра. Модель ветрогенератора может вырабатывать электрический ток, имеющий следующие характеристики: сила тока 0,200мА; напряжение 5В. Что позволяет заряжать аккумуляторную батарею, от которой затем можно заряжать электрические устройства.

3.2 Оценка эффективности модели ветрогенератора

К созданной мной конструкции я подключил внешний аккумулятор (Powerbank) для накопления энергии. При движении лопастей внешний аккумулятор начал заряжаться, о чем свидетельствовал мигающий индикатор.

Я выставил ветрогенератор на улицу, так как в последнее время погода ветреная, за окном постоянно дует ветер и идет метель, лопасти ветряка крутятся беспрерывно и днем и ночью. Накопление энергии в аккумуляторе происходит достаточно быстро и энергии хватает на зарядку аккумулятора.

Таким образом, я смог оценить недостатки и преимущества изготовленной мной модели.

Таблица 3. Недостатки и преимущества изготовленного ветряка.

Преимущества	Недостатки
<ul style="list-style-type: none"> • простота изготовления; • экономическая выгода; • простота в использовании; • бесшумность; • прочность и долговечность; • результативность 	<ul style="list-style-type: none"> • низкая производительность; • требуется наличие ветра; • не рассчитан на работу нескольких потребителей одновременно

Выводы

Таким образом, выполнив данный проект, я пришел к следующим выводам:

1. Ветер действительно является источником безопасной и возобновляемой энергии.

2. Использование энергии ветра имеет не только глубокие исторические корни, но и является шагом в будущее. Так как это ведет к развитию прогресса и освоению новых технологий. Кроме того, использование энергии ветра является одним из самых перспективных направлений в современной энергетике.

3. В домашних условиях можно изготовить вполне рабочий ветрогенератор из подручных средств. Изготовление такого ветряка обойдется дешевле, чем покупка готового прибора в магазинах.

4. Использование ветрогенераторов может стать прекрасной заменой традиционным источникам энергии. И, хотя, мой ветрогенератор не слишком мощный, его характеристик хватает для зарядки внешнего аккумулятора.

Заключение

При выполнении проекта проведен анализ использования ветрогенераторов как альтернативных источников энергии. А также обзор конструкций существующих решений использования ветрогенераторов. Рассмотрены достоинства и недостатки, применения ветрогенераторов в качестве источника энергии. Была изготовлена рабочая модель ветрогенератора.

Поэтому я считаю, что цель моей работы достигнута и поставленные задачи выполнены. Гипотеза моей работы была подтверждена. В домашних условиях, действительно можно сделать ветрогенератор и использовать его в

качестве источника энергии. Сделать ветряк своими руками очень просто и экономически выгодно. Такое изделие легко ремонтируется и неприхотливо в использовании, безопасно так как, изготовлено из нетоксичных материалов.

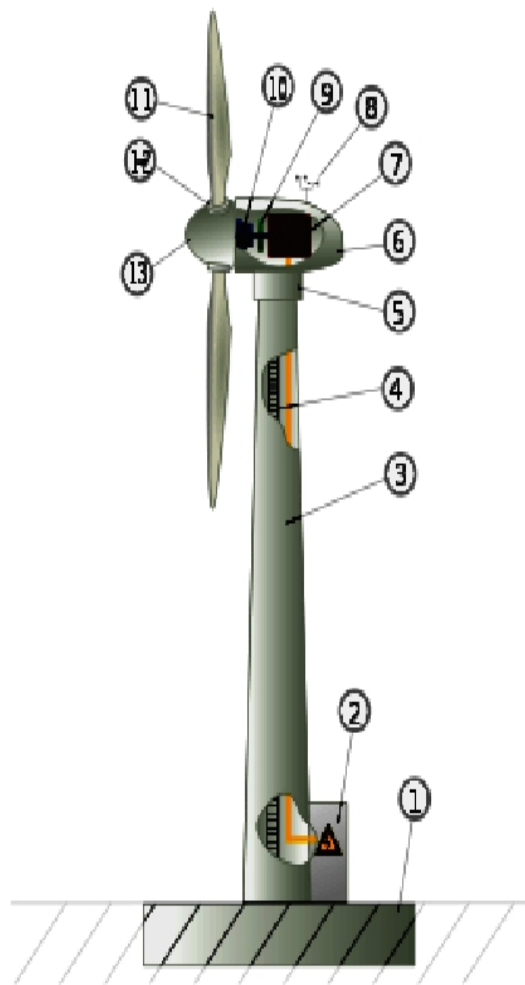
Данная работа мне понравилась, так как я развил навыки работы с интернетом, углубил знания об альтернативных источниках энергии и самостоятельно изготовил работающее устройство, позволяющее экономить электроэнергию в моей семье.

Список литературы

1. Агеева А. А. Ветровая энергия: Учебное пособие для школ. Пер. с английского, перераб. и допол.– Волгоград: Книга, Международный Центр просвещен. “Вайленд – Волгоград”, 2002.-58с.
2. История ветроэнергетики [Электронный ресурс] // Экопроект-энерго: информационно-справочный портал. 2018. URL: <https://ekoproekt-energo.ru/news/2018/> (дата обращения 28.12.2023)
3. Лукутин Б.В. Возобновляемые источники электроэнергии: учебное пособие. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2008. – 187 с.
4. Насколько перспективно использование энергии ветра [Электронный ресурс] // Экоэнергия: электронный научный журнал. 2020. URL: <https://ekoenergja.ru/energiya-vetra/energiya-vetra.html> (дата обращения 09.01.2024)
5. Основные виды ветрогенераторов и их характеристики [Электронный ресурс] // Genport.ru: Информационный ресурс об электрогенераторах и энергооборудовании. 2013. URL: <https://genport.ru/article/osnovnye-vidy-vetrogeneratorov-i-ih-harakteristiki> (дата обращения 12.01.2024)
6. Поклад В. Альтернативная энергетика: перспективы развития рынка ВИЭ в России [Электронный ресурс] // Деловой профиль: аналитический журнал. 2011. URL: <https://delprof.ru/press-center/open-analytics/alternativnaya-energetika-perspektivy-razvitiya-rynka-vie-v-rossii/> (дата обращения 12.01.2024)

Приложение 1.

Устройство промышленного ветрогенератора



- (1) Фундамент
- (2) Силовой шкаф, включающий силовые контакторы и цепи управления
- (3) Башня
- (4) Лестница
- (5) Поворотный механизм
- (6) Гондола
- (7) Электрический генератор
- (8) Система слежения за направлением и скоростью ветра (анемометр)
- (9) Тормозная система
- (10) Трансмиссия
- (11) Лопасти
- (12) Система изменения угла атаки лопасти
- (13) Колпак ротора
- Система пожаротушения
- Телекоммуникационная система для передачи данных о работе ветрогенератора
- Система молниезащиты

Приложение 2

ПРИНЦИП РАБОТЫ ВЕТРОГЕНЕРАТОРА

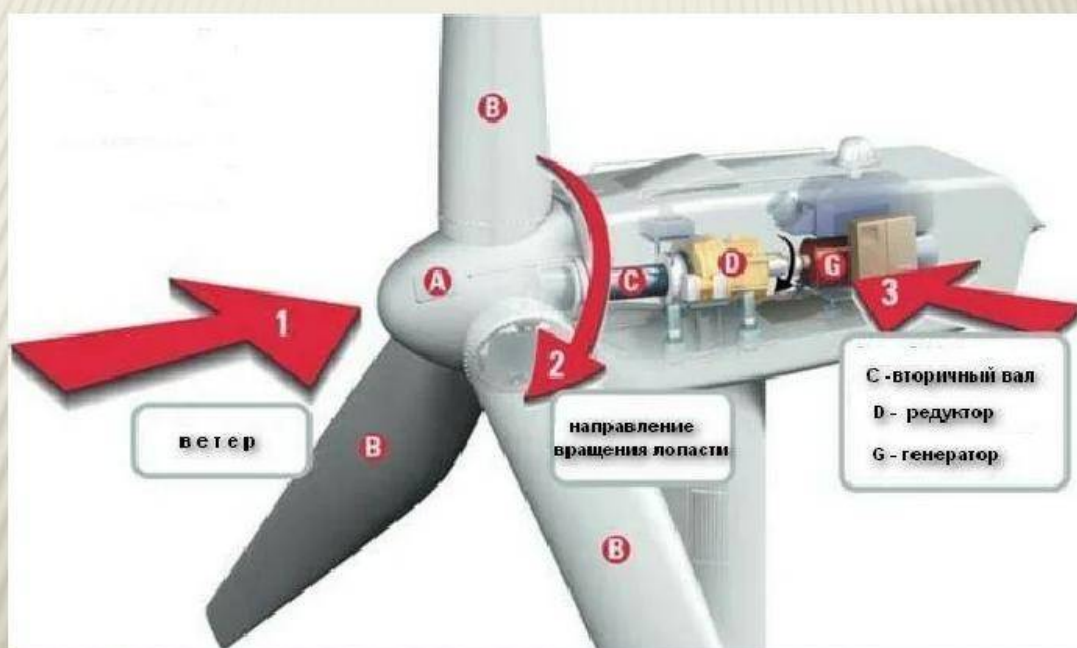


Рис. 1. Принцип работы ветрогенератора

Приложение 3.

Виды ветрогенераторов



Рис. 2. Ветрогенератор с горизонтальной осью вращения



Рис 3. Ветрогенератор с вертикальной осью вращения

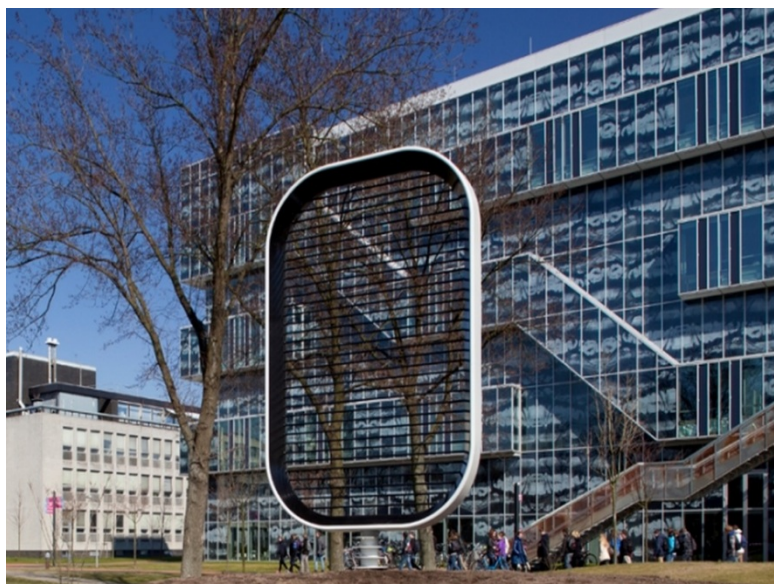


Рис. 4. Ветрогенератор, работающий на водяных каплях



Рис. 5. Ветрогенератор-парус

Приложение 4.

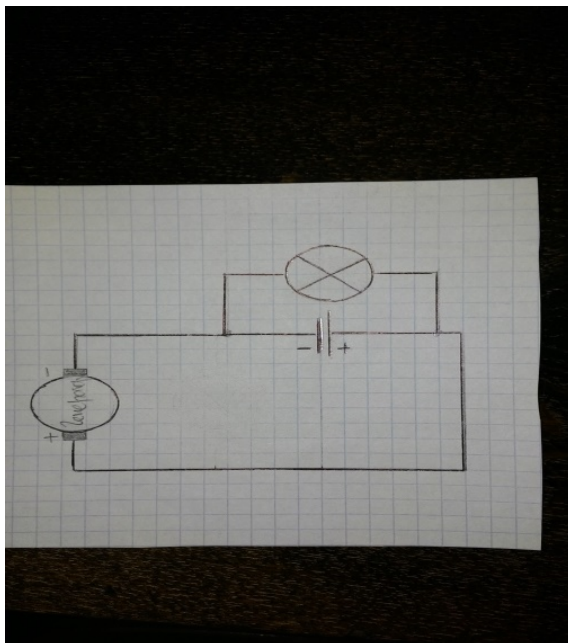


Рис. 6. Схема ветрогенератора

Приложение 5.



Фото 1. Оборудование для изготовления ветрогенератора

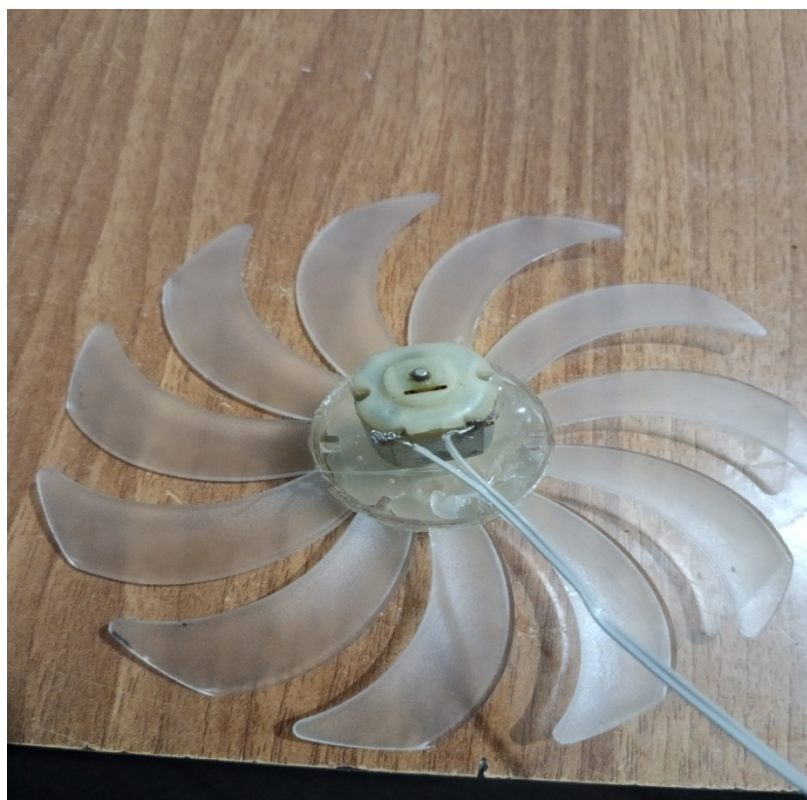


Фото 2. Промежуточные этапы изготовления ветрогенератора