

Белгородский региональный детский технопарк «Кванториум»

Проект

«Модель гибридной системы электроснабжения»

Выполнили: Чашин Михаил,
Ивашкив Михаил

Руководитель: педагог
дополнительного образования
Чашина Н.Н.

2020

Оглавление

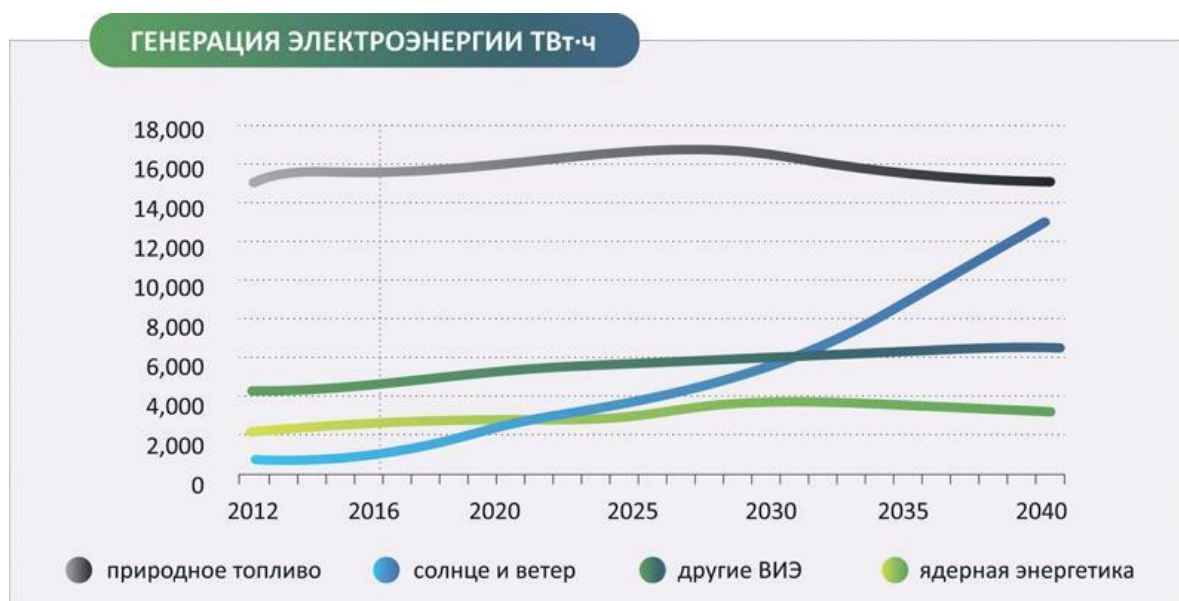
Описание проблемы, цель проекта.....	3
Виды альтернативной энергетики	5
Солнечная энергия.....	5
Энергия ветра	5
Биотопливо	6
Водородная энергетика.....	6
Использование мускульной силы человека	7
Развитие альтернативной энергетики в Белгородской области	8
Технологическая часть проекта	15
Технологическая схема.....	15
Описание проекта	16
Описание источников энергии.....	16
Солнечная батарея.....	16
Велогенератор.....	17
Ветрогенератор	20
Ограничение напряжения и тока.....	25
Потребители энергии	26
Аккумулятор	28
Макет школы	29
Виртуальная электростанция	29
Итоги проекта.....	32

Описание проблемы, цель проекта

Стремительный рост населения и развитие промышленности, повышение потребления электроэнергии и при всем этом ограниченные источники энергии – это одна из ключевых проблем, которая стоит перед современной энергетикой. С каждым годом на земле уменьшается запас природных ископаемых, используемых в качестве топлива на электростанциях, а их стоимость постоянно растет.

Дефицит энергии, ограниченность топливных ресурсов, загрязнение окружающей среды с все нарастающей остротой показывают неизбежность перехода к альтернативным источникам энергии. Проблема поиска возобновляемых источников энергии, разработка энергоэффективных технологий становится все более актуальной.

По данным Отчета Redenex "Макро возможности микрогенерации", возобновляемая энергетика в ближайшие годы должна стать доминирующим направлением в мировых инвестициях в энергетическом комплексе. В первую очередь это касается солнечных и ветряных электростанций. К 2040 г. на ВИЭ будет приходиться до 48% от установленной мощности в мире и до 34% производства электроэнергии.



Цель: создать модель гибридной системы электроснабжения с использованием альтернативных источников энергии.

Задачи:

1. Провести исследование какие источники энергии, можно применить в гибридной системе энергоснабжения.

2. Использовать несколько источников электроэнергии, обладающих нестабильным графиком ее выработки.
3. Использовать нескольких потребителей электроэнергии, отличных друг от друга по своим характеристикам.
4. Предусмотреть систему «облачного» хранения электроэнергии.
5. Использовать «виртуальную» электростанцию для управления всеми указанными выше элементами.
6. Разработать программу для управления системой.

В нашу модель гибридной системы электроснабжения должны входить следующие элементы:

1. Должны быть несколько различных источников электроэнергии.
2. Должна быть возможность в ручном режиме (с помощью тумблеров) отключать от системы любой из источников электроэнергии.
3. Должна быть реализована система «облачного» хранения электроэнергии – подключена одна аккумуляторная батарея.
4. Должны быть несколько потребителей электроэнергии отличающихся мощностью и типом. Потребители должны иметь свой приоритет электроснабжения.
5. Должна быть «виртуальная» электростанция, которая при изменении генерируемой мощности на любом источнике электроэнергии будет перенаправлять потоки электроэнергии так, чтобы обеспечить электроснабжение потребителей, обладающих большим приоритетом.

При реализации модели были изготовлены два альтернативных источника энергии.

Виды альтернативной энергетики

Солнечная энергия



Солнечные электростанции активно используются более чем в 80 странах, они преобразуют солнечную энергию в электрическую. Существуют разные способы такого преобразования и, соответственно, различные типы солнечных электростанций. Наиболее распространены станции, использующие фотоэлектрические преобразователи (фотоэлементы), объединенные в солнечные батареи. Большинство крупнейших фотоэлектрических установок мира находятся в США.

Энергия ветра



Ветроэнергетические установки (ветряные электростанции) широко используются в США, Китае, Индии, а также в некоторых западноевропейских странах (например в Дании, где 25% всей электроэнергии добывают именно таким способом). Ветроэнергетика является весьма

перспективным источником альтернативной энергии, в настоящее время многие страны значительно расширяют использование электростанций данного типа.

Биотопливо

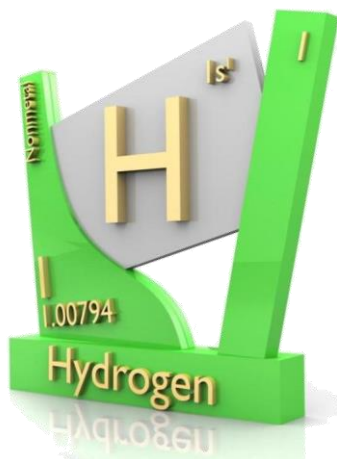


Главными преимуществами данного источника энергии перед другими видами топлива являются его экологичность и возобновляемость.

К альтернативным источникам энергии относятся не все виды биотоплива: традиционные дрова тоже являются биотопливом, но не являются альтернативным источником энергии. Альтернативное биотопливо бывает твердым (торф, отходы деревообработки и сельского хозяйства), жидким (биодизель и биомазут, а также метанол, этанол, бутанол) и газообразное (водород, метан, биогаз).

Водородная энергетика

Водородная энергетика, область энергетики, основанная на использовании водорода в качестве энергоносителя. Водород называют самым экологически чистым источником энергии, его запасы практически безграничны, а КПД топливных элементов вдвое выше, чем у двигателей внутреннего сгорания.



Использование мускульной силы человека

Экологически чистые тренажерные залы уже появились в Гонгконге, Австралии и Орегоне, начинают они открываться также в Европе и других частях мира. Используя генераторы, подключенные к велотренажерам и беговым дорожкам, тренажерные залы производят достаточно электричества для самоснабжения путем получения энергии от тренировок их посетителей.

Развитие альтернативной энергетики в России

Россия находится в топе стран по объему производства и потребления электроэнергии. При этом больше половины электроэнергии в стране (около 70%) производится на тепловых электростанциях. Они работают на относительно дешевом органическом топливе – угле и мазуте, это невозобновляемые природные ресурсы. Более того сжигание топлива влечет за собой такие последствия, как атмосферные выбросы, загрязнение водоемов, скопление тяжелых металлов. Все это неизбежно ускоряет темпы глобального потепления; повышение уровня Мирового океана, температурные аномалии, частые экстремальные погодные условия, – все эти последствия уже стали реальностью. Чтобы сдерживать глобальное потепление, нам необходимо сократить выбросы в атмосферу на 50–60% к 2030 году. Переход на возобновляемые источники энергии (ВИЭ) может стать логичным решением этой проблемы. Этот процесс уже начинает происходить в России, ведь эта страна имеет огромный потенциал для их использования.

Развитие альтернативной энергетики в Белгородской области

Белгородская область считается в Черноземье лидером по развитию возобновляемой энергетики: в ней наряду с солнечными и ветряными мощностями (0,1 МВт) работают и биогазовые (станция «Лучки» на 3,6 МВт, установка «Байцуры» мощностью 0,5 МВт).

Первые генерирующие объекты на основе ВИЭ были построены белгородской компанией «АльтЭнерго» еще в 2010 году. Солнечная электростанция, введенная в эксплуатацию 1 октября 2010 года, стала пилотной площадкой, на которой работают солнечные панели разных видов. Здесь установлены 1320 модулей фотоэлектрических преобразователей двух видов: аморфные и поликристаллические, с суммарной активной поверхностью 1230 кв. м.



В том же году вблизи хутора Крапивенские Дворы Яковлевского района компания «АльтЭнерго» ввела в промышленную эксплуатацию пять ветрогенераторов суммарной мощностью 100 кВт. За несколько лет работы СЭС предотвратила выброс в атмосферу более 400

тонн углекислого газа, который произошел бы при выработке такого количества киловатт-часов электроэнергии традиционными способами.



На сегодняшний день общая выработка солнечной станции составила 555,8 тыс. кВт·ч «зеленой» электроэнергии.

В Белгородской области действует и крупнейшая биогазовая станция страны «Лучки», изначально ее мощность была 2,4 МВт. Она была построена компанией «АльтЭнерго» в Прохоровском районе Белгородской области, рядом с объектами основных поставщиков сырья для выработки биогаза ООО «МПЗ Агро-Белогорье», ООО «Селекционно-генетический центр».



Согласно данным компании, за первый год работы было выработано 19,6 млн кВт·ч электроэнергии, 18,2 тыс. Гкал тепловой энергии, получено 66,8 тыс. т органических биоудобрений после переработки 73,4 тыс. т отходов животноводства и мясопереработки. После введения второй очереди БГС «Лучки» в 2015 году ее мощность увеличилась до 3,6 МВт, объем переработки отходов до 95 тыс. т в год, получение органических удобрений — до 90 тыс. т. в год.

Правительством региона были разработаны «Концепции развития малой распределенной энергетики Белгородской области до 2025 года. Результатом реализации концепций должно стать

введение в эксплуатацию 223,3 МВт мощностей к 2025 году. Это позволит не только обеспечить потребности большей части населения области в электрической энергии, но и создаст 10 тысяч новых рабочих мест, преимущественно в сельской местности.

Целесообразность и варианты использования альтернативной энергетики в Белгородской области

Энергетика служит основой любых процессов во всех отраслях промышленности, главным условием создания материальных благ, повышения уровня жизни людей. По количеству добываемой и используемой энергии можно судить о богатстве любого государства.

Электроэнергетика Белгородской области развита недостаточно. Суммарная установленная мощность электростанций – 167 МВт: 70-е место в Российской Федерации. Вместе с тем расходуется электроэнергии много. Среднегодовое потребление электроэнергии в Белгородской области 9-11 млрд. кВт*ч. Потребности в энергетике покрываются только на 10%. Область считается энергодефицитной. Недостающая часть поступает из энергосистем Курской и Воронежской областей.

Электроэнергия в Белгородской области вырабатывается на тепловых электростанциях – одних из основных поставщиков загрязняющих веществ в атмосферу.

Оценим возможности использования альтернативных источников энергии:

1. Использование солнечной энергии. На широте Белгородской области энергия Солнца не так уж велика, чтобы конкурировать с иными источниками энергии: среднегодовая продолжительности солнечного сияния составляет в регионе 1900 часов в год. Использование этого источника электроэнергии целесообразно в тех частях области, где стационарные традиционные источники отсутствуют или работают с перебоями. Кроме того, имеет смысл использовать это способ выработки энергии в комплексном сочетании с другими.

2. Использование ветровой энергии по большей части на территории Белгородской области является целесообразным. По данным метеослужбы (многолетние наблюдения погоды), преобладающая скорость ветра на территории Белгородской области – 3-6 м/с (66% года). Среднегодовая скорость ветра (на высоте 50м надо поверхностью земли) – 4,99 м/с. Это. На высоте 10 метров среднегодовая скорость 3,9 м/с, только 44 дня в году (12% времени) наблюдается штиль. Это открывает перспективы к развитию этого направления развития альтернативной энергетики. В Белгородской области целесообразно использование двух типов ветрогенераторов: первые – это мощные агрегаты промышленного назначения, вторые – маленькие компактные установки для частного пользования. Эти, последние, вполне могут обеспечить энергией фермы, малые предприятия, школы, детские сады и жилые дома и т. п. Единственным крупным недостатком этого способа обеспечения энергией является негарантируемость энергоснабжения в дни, когда скорость ветра будет низкой. Потому этот источник энергии также лучше использовать в сочетании с другими источниками энергии.

3. Использование энергии воды. Белгородская область маловодна – водотоками и водоемами покрыто около 1% территории региона. Реки, расположенные на территории

Белгородской области, по большей части немногочисленны. Перепады уровня воды небольшие. Это делает целесообразность использования энергии воды сомнительной.

4. Использование в качестве источника энергии биомассы – всех видов веществ растительного и животного происхождения, продукты жизнедеятельности организмов и органические отходы, образующиеся в процессах производства, потребления продукции и на этапах технологического цикла отходов. Бурное развитие сельского хозяйства, особенно, свиноводства и птицеводства, привело к накоплению большого числа отходов. В связи с ускоренным развитием животноводства и птицеводства экологические проблемы утилизации отходов агропромышленного комплекса сегодня имеют приоритетный характер. Отходы животноводства, птицеводства, аграрного сектора, пищевой промышленности, а также ил очистных сооружений и твердые бытовые отходы могут послужить источником энергии. Поэтому целесообразно внедрять в области биогазовые установки и станции, осуществляющие переработку органических отходов в органические удобрения и биогаз. Биогаз, в свою очередь, может быть очищен до состояния биометана либо послужить сырьем для выработки электрической и тепловой энергии.

Это источники альтернативной энергии, которые способны вырабатывать большую мощность, но также можно оснастить города региона альтернативными источниками, использующими кинетическую энергию, например:

- использовать генераторы, подключенные к велотренажерам и беговым дорожкам в тренажерных залах;



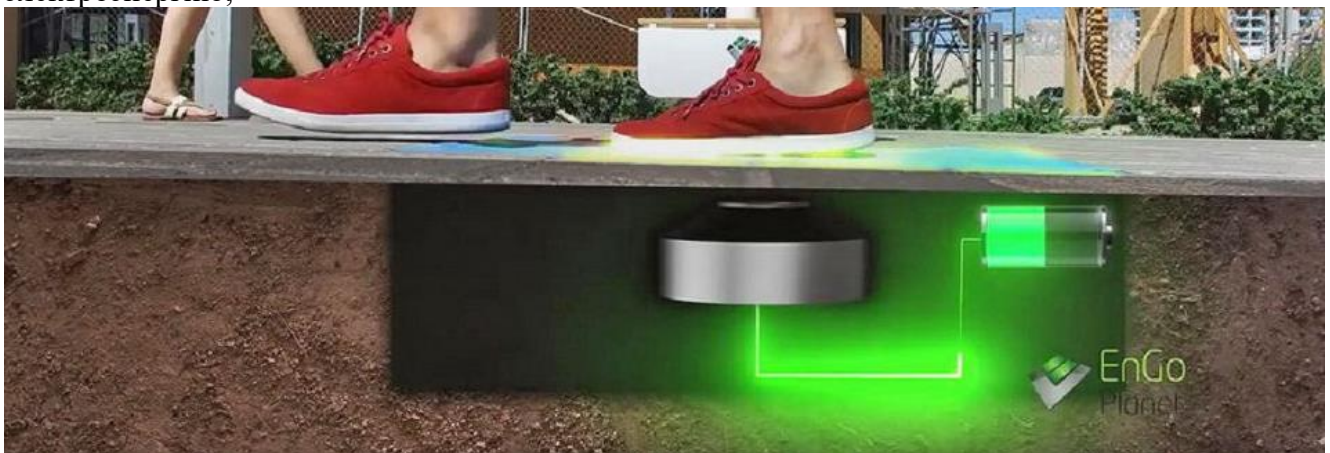
- использовать генераторы, подключенные к качелям и каруселям на детских площадках;



- использовать генераторы, подключенные к турникетам и вращающимся дверям в зданиях;



- использовать энергоэффективные кинетические плиты для оснащения тротуаров, полов в зданиях, покрытия танцполов и стадионов (в том числе школьных), которые преобразуют энергию шагов в электроэнергию;



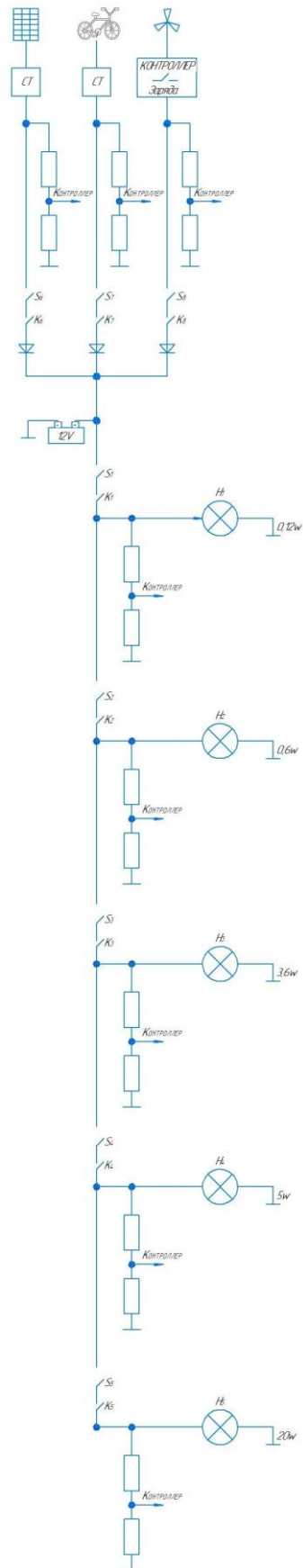


- использовать «лежащие полицейские» для выработки электроэнергии;



Технологическая часть проекта

Технологическая схема



Описание проекта

За основу взята примерная система энергообеспечения в школе.

В проекте используются:

3 источника энергии:

- солнечная батарея (мощность до 20 Вт);
- велогенератор (мощность до 10 Вт)
- ветрогенератор (мощность до 30 Вт).

5 потребителей:

- вентилятор (0,12 Вт) – имитирует систему кондиционирования кабинета;
- СОВ-светодиод (0,6 Вт) –освещение в кабинете;
- видеорегистратор (3,6 Вт) - используется как камера наблюдения;
- светодиодная лампа (5 Вт) – подсветка стадиона школы.
- галогеновая лампа (20 Вт) – освещение во дворе школы;

Для подключения и отключения источников энергии и потребителей реле в автоматическом режиме и тумблеры в ручном режиме. Используется свинцовый аккумулятор 12 В.

В проекте используется микроконтроллер Arduino Mega.

На каждом источнике контролируется отдаваемая мощность источников энергии, реализовано автоматическое и ручное подключение источников энергии, на каждом источнике свой контроллер.

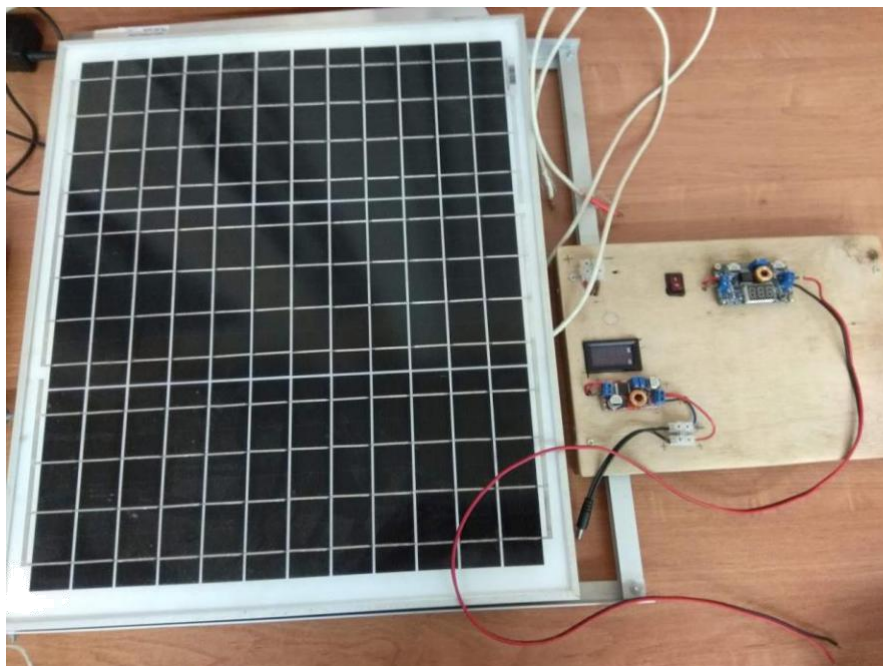
На нагрузке также контролируется мощность и нагрузка также отключается и подключается в автоматическом и ручном режиме.

Описание источников энергии

Солнечная батарея

Солнечные батареи вырабатывают солнечную энергию только в светлое время суток. И выдают свою паспортную мощность только при наличие чистого неба и падении солнечных лучей под прямым углом. При падении солнца под углами мощность и выработка электроэнергии заметно падает, и чем острее угол падения солнечных лучей, тем падение мощности больше. В пасмурную погоду мощность солнечных батарей падает в 15-20 раз, даже при лёгких облачках и дымке мощность солнечных батарей падает в 2-3 раза, и это всё надо учитывать.

В нашем проекте используется солнечная батарея 50x43 см.



с заявленной мощностью 20 Вт. Но реально эти показатели были получены в дневное время с 10.00 до 16.00 при безоблачном небе в солнечную погоду. В мощность значительно падала и достигала значений не более 10 Вт.

Так же при дальнейшей эксплуатации солнечной батареи было установлено, что при появлении туч, а так же в вечернее время энергия полученная аккумулятором в течении солнечного дня уходила обратно в солнечную панель и при эксперименте за ночь аккумулятор практически разрядился. В связи с чем на солнечную панель был поставлен диод Шоттки.

Для преобразования был использован понижающий преобразователь на вход которого может подаваться напряжение от 10 до 40 В. На выходе за счет потенциометра можно установить любое напряжение в зависимости от характеристик аккумулятора используемого для накопления энергии.

Велогенератор

- Сделан из детского велосипеда
- Используется генератор постоянного тока с планетарной передачей
- Двигатель Выходное напряжение: 6 V-24 V
- Скорость: 120 об/мин (рекомендуется)
- Максимальная нагрузка: 10 Вт



.



Велосипедные генераторы в будущем можно использовать в тренажерных залах школ.



Ветрогенератор

Существуют два основных типа ветротурбин: с вертикальной осью вращения



и с горизонтальной осью вращения.



Отличия вертикальных ветрогенераторов от горизонтальных

Вертикальные ветрогенераторы	Горизонтальные ветрогенераторы
<p>Для стартового вращения достаточно самого тихого ветра скоростью 1-1,5 м/с. Выход на номинальную мощность происходит при скорости ветра от 6 м/с (в зависимости от номинала генератора и размеров крыла)</p>	<p>Необходимая скорость ветра для старта начинается от 2-3 м/с, поэтому Горизонтальные ВЭУ подходят для</p>
	<p>использования в регионах с сильными ветрами. Выход на номинальную мощность происходит при скорости ветра 8-10 м/с</p>
<p>Коэффициент полезного Действия составляет 20-30%. Всегда находятся «по ветру» и не нуждаются в разворачивании при изменении его направления.</p>	<p>КПД 25-35%. Однако небольшое преимущество перед вертикальными компенсируется необходимостью разворота при изменении направления ветра - в момент разворота производительность затухает.</p>

<p>Срок службы при правильном уходе и обслуживании составляет 15-25 лет бесперебойной работы. Основная нагрузка приходится на опорные узлы и лопасти, которые нуждаются в замене по мере износа.</p>	<p>Срок службы при правильном уходе и обслуживании составляет 15-25 лет бесперебойной работы. Основная нагрузка приходится на опорно-подшипниковый узел и поворотный механизм.</p>
<p>Вертикальные ветрогенераторы рекомендуется использовать в регионах с высокой турбулентностью и постоянно меняющейся скоростью ветра.</p>	<p>Горизонтальные ветрогенераторы устанавливаются во всех остальных случаях, т.е. имеют более широкий спектр применения.</p>

В проекте будем использовать самодельный ветрогенератор, на основе модели Савониуса.

Модель Савониуса — конструкция ветродвигателя карусельного типа, где две лопасти полуцилиндрической формы расположены одна против другой, образуя в целом форму синусоиды.

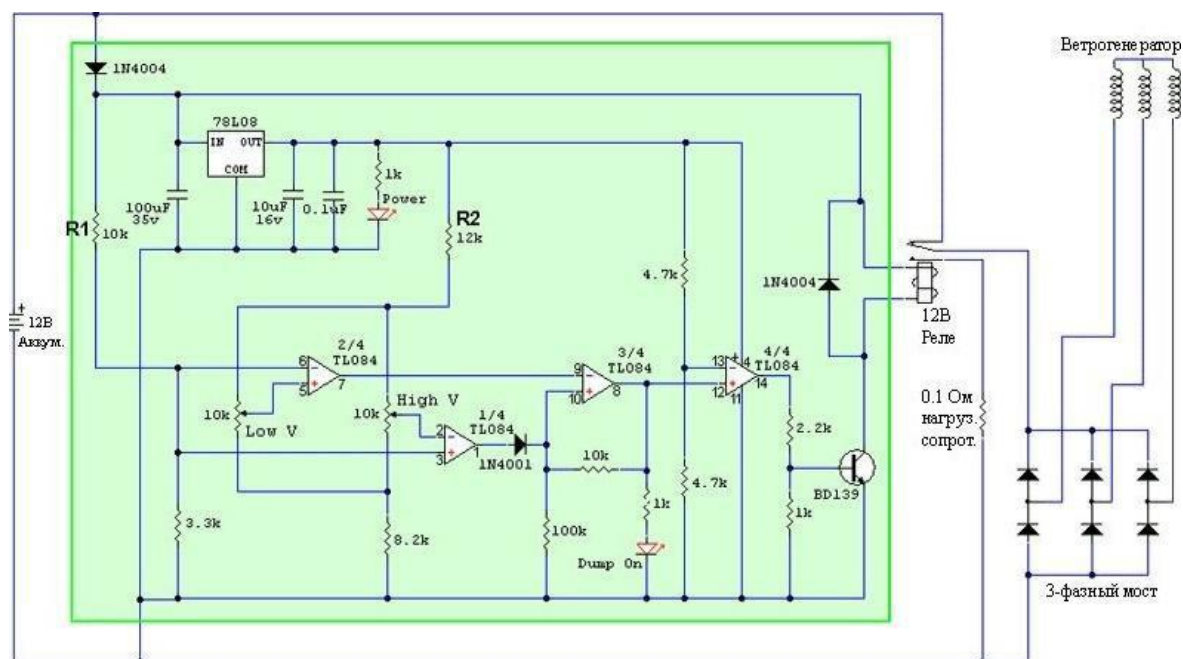


В модели использован бесщеточный двигатель переменного тока (трехфазный)

Номинальная мощность- 30 Вт.



Была спаяна схема контроллера для ветряка с трёхфазным генератором



В схеме используется реле в качестве коммутационного элемента для балластной нагрузки. Реле рассчитано на работу с 12-вольтовым аккумулятором.

Балластный резистор сделан в виде мощного сопротивления. Для регулировки рабочего диапазона напряжений (11,5-14,2 В) в схеме используются переменные резисторы, включенные в цепь управления микроэлектронной сборки TL084.

Работает такой контроллер заряда аккумулятора ветряка следующим образом. Трёхфазный ток, полученный от ветрогенератора, выпрямляется силовыми диодами.

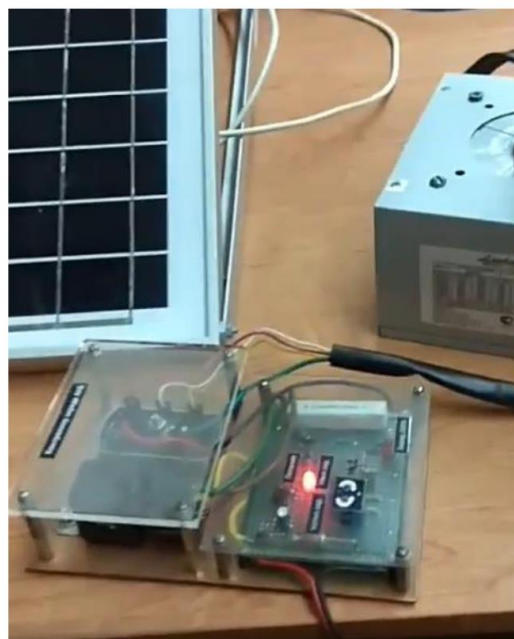
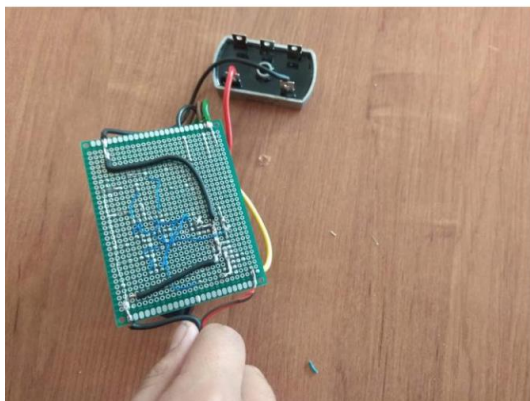
На выходе диодного моста образуется постоянное напряжение, которое подаётся на вход схемы через контакты реле, дополнительный диод, аккумулятор и дальше на внутрисхемный стабилизатор (78L08) и на вход сборки TL084. Момент переключения триггера в одно из состояний определяется значениями переменных резисторов (Low V и High V) нижнего и верхнего порога напряжений.

Пока на клеммах аккумуляторной батареи присутствует напряжение, не превышающее 14,2 вольта (удовлетворяющее значению настройки R High V), выполняется заряд. Как только значения

изменяются в сторону увеличения, операционный усилитель TL084 подаёт сигнал на базу транзистора, которым управляется реле.

Происходит срабатывание реле, цепь питания схемы разрывается и замыкается на балластный резистор. Сброс по балласту проходит до момента разряда аккумулятора, близкого к значению настройки переменного резистора Low V.

Как только это значение достигнуто, вторым операционным усилителем TL084 схема переключается в обратное состояние. Так осуществляется работа контроллера.



Ограничение напряжения и тока

Для ограничения напряжения и тока используется DC DC Automatic Boost/Buck Converter CC CV Power Module 0.5-30V 4A

(повышающе-понижающий)

- Технические характеристики:
- Входное напряжение: 5,5-30 в (защита от недостаточного напряжения)
- Выходное напряжение: 0,5-30 в
- Выходной ток: долгосрочная стабильная работа в 3А
- Выходная мощность: 35 Вт естественное охлаждение, максимальная до 50 Вт
- Эффективность преобразования: около 88%
- Мягкий запуск: Да
- Входная обратная Защита: да
- Защита от короткого замыкания: Да

Input voltage
Output current



Output voltage
Output current



Input voltage
Output power



Output voltage
Output power



С помощью кнопок на микросхеме можно переключать режимы, с помощью которых можно визуальнo контролировать какое напряжение подается с источников и какое получается на выходе после преобразования.

Потребители энергии

- 1-й – вентилятор (0,12 Вт) – имитирует систему кондиционирования кабинета;



- 2-й – COB-светодиод (0,6 Вт) – освещение в кабинете;



- 3-й – видеорегистратор (3,6 Вт) - используется как камера наблюдения



- 4-й – светодиодная лампа (5 Вт) – подсветка стадиона школы;



- 5-й – галогеновая лампа (20 Вт) – освещение во дворе школы.



Аккумулятор

В проекте используется свинцовый аккумулятор на 12 В.



По сравнению с другими вторичными батареями свинцово-кислотные батареи в основном имеют следующие эксплуатационные преимущества:

- батарея с самым длительным временем промышленного производства и наиболее зрелой технологией имеет стабильную, надежную работу и хорошую применимость;
- разбавленная серная кислота используется в качестве электролита без воспламеняемости. Аккумулятор рассчитан на нормальное или низкое давление с хорошей безопасностью;
- высокое рабочее напряжение, широкий диапазон рабочих температур;
- может использоваться для плавающего заряда, с отличными характеристиками мелкого заряда и мелкого разряда, подходит для ИБП;
- технология аккумуляторов большой емкости является зрелой и может быть превращена в аккумуляторы с тысячами ампер-часов, обеспечивая удобство для крупномасштабного накопления энергии.

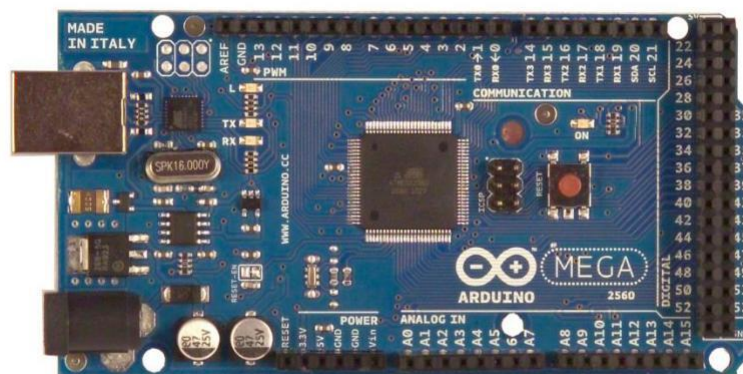
Сравнительное преимущество по стоимости - свинцово-кислотные батареи являются самыми дешевыми вторичными батареями, удельная энергия которых составляет примерно треть от стоимости литий-ионных или никель-водородных батарей.

Макет школы

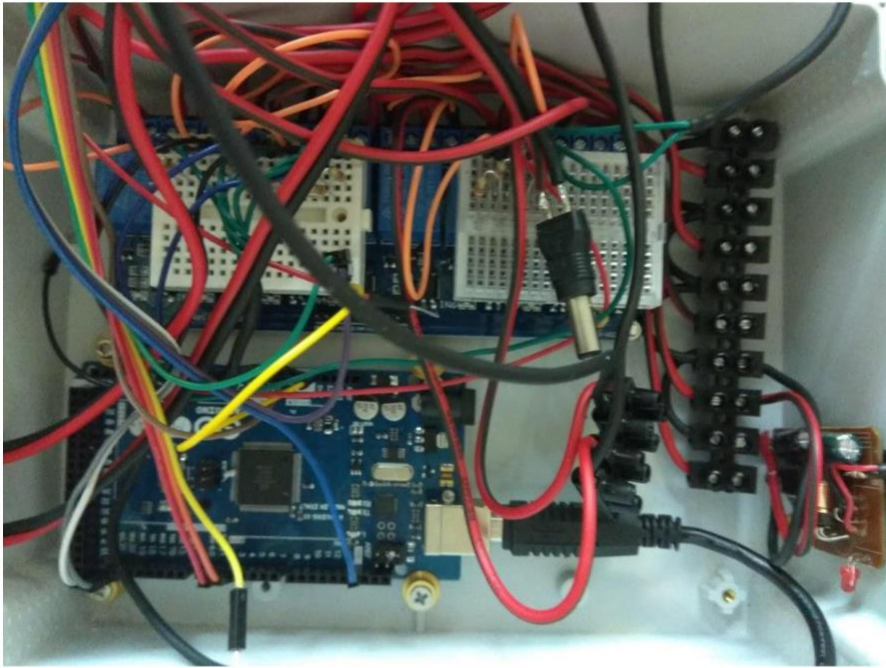
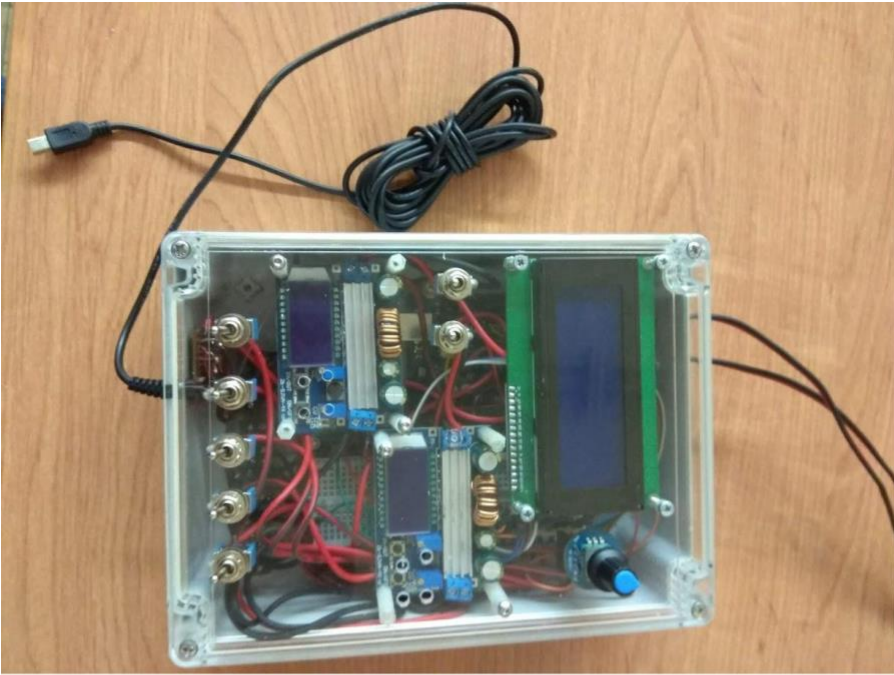


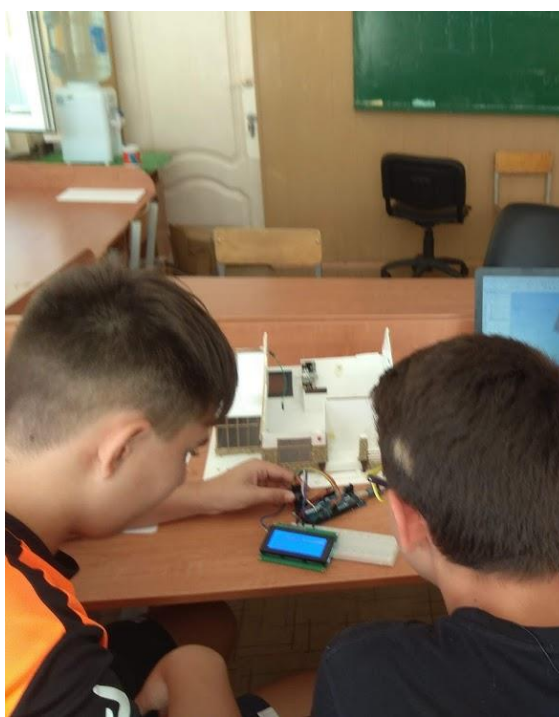
Виртуальная электростанция

Для разработки виртуальной электростанции за основу взята плата Arduino Mega 2560. Реализована функция подсчета полученной и используемой потребителями мощности.



Вывод значений о поступающей с источников и потребляемой нагрузкой мощности осуществляется с помощью экрана LCD 2004.





Мощность на источниках определяется с помощью DC DC Automatic Boost/Buck Converter.



Итоги проекта

В результате проделанной работы получилась модель гибридной системы электроснабжения, которая может работать от различных источников энергии.

В дальнейшем проект будет доработан, дополнен системой контроля с оповещением через сеть Интернет.

Источники

<http://arduino.ru/>

<https://arduino-master.ru/>

<http://cxem.net/>

<http://smartenergysummit.ru/novosti/microgrid-%E2%80%93-budushhee-elektrosetej.-kejsyi,-perspektivy,-vozmozhnosti>

<https://facepla.net/the-news/828-eco-fitness.html>

<https://solarelectro.ru/articles/opyt-i-perspektivy-ispolzovaniya-solnechno-dizelnyh-elektrostantsij>

<http://www.altenergo-nii.ru/renewable/wind/>

<https://www.hse.ru/data/2017/01/23/1107738055/REENCON-XXI%20Moscow%202016%20.pdf>

<https://www.kommersant.ru/doc/3311918>

<https://www.kommersant.ru/doc/2570470>