

Альтернативная энергетика для «умного дома»

Иваненко Владислав,

ученик 10-го класса средней школы № 15 с. Казинка Шпаковского района

Научный руководитель:

Самсонов Сергей Михайлович,

учитель технологии

Проблема высоких тарифов на коммунальные услуги побудила меня, как члена школьного научно-технического общества, заняться решением проблемы использования возобновляемых источников энергии (ВИЭ). В своём проекте я предлагаю использовать энергию ветра, солнечную энергию, переработку биотоплива в газ, и всё это — на основе применения новейших технологий и разработок учёных.

Возобновляемые источники энергии (ВИЭ)

Принято условно разделять ВИЭ на две группы:

- **Традиционные:** гидравлическая энергия, преобразуемая в используемый вид энергии ГЭС мощностью более 30 МВт; энергия биомассы, используемая для получения тепла традиционными способами сжигания (дрова, торф и некоторые другие виды печного топлива); геотермальная энергия.

- **Нетрадиционные:** солнечная, ветровая, энергия морских волн, течений, приливов и океана, гидравлическая энергия, преобразуемая в используемый вид энергии малыми и микроГЭС, энергия биомассы, не используемая для получения тепла традиционными методами, низкопотенциальная тепловая энергия и другие новые виды возобновляемой энергии.

В последнее время человечество проявляет все больший интерес к проблемам развития ВИЭ, использование которых существенно улучшит экологическую обстановку в мире. Экономический потенциал возобновляемых источников энергии в мире в настоящее время оценивается в **20 млрд. т. у. т.** в год, что в два раза превышает объём годовой добычи всех видов ископаемого топлива. И это обстоятельство указывает путь развития энергетики ближайшего будущего.

Но главное преимущество возобновляемых источников энергии — неисчерпаемость и экологическая чистота. Их использование не изменяет энергетический баланс планеты.

Сложностью использования ВИЭ является пока ещё более высокая стоимость получаемой энергии (тепловой и электрической) по сравнению с энергией, получаемой на крупных традици-

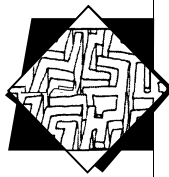
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЕ
РАБОТЫ
УЧАЩИХСЯ

Реализованный
детско-взрослый проект
«Мы сделали это»

Ежемесячно моя семья сталкивается с большой проблемой — оплата коммунальных услуг, особенно в зимний период, более половины семейного бюджета идёт на их оплату. Ещё одной проблемой является постоянный ежеквартальный рост тарифов на коммунальные услуги. Особенно это актуально для сельского населения с невысоким уровнем оплаты труда.

143

ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ
РАБОТА ШКОЛЬНИКОВ / 1'2014



онных электростанциях. Тем не менее, в России имеются обширные районы, где по экономическим, экологическим и социальным условиям целесообразно приоритетное развитие возобновляемой энергетики, в том числе нетрадиционной и малой.

К ним относятся:

- зоны децентрализованного энергоснабжения с низкой плотностью населения, в первую очередь, районы Крайнего Севера и приравненные к ним территории;
- зоны централизованного энергоснабжения с большим дефицитом мощности и значительными материальными потерями из-за частых отключений потребителей энергии;
- города и места массового отдыха и лечения населения со сложной экологической обстановкой, что обусловлено вредными выбросами в атмосферу от промышленных и городских котельных, работающих на ископаемом топливе;
- зоны с проблемами обеспечения энергией индивидуального жилья фермерских хозяйств, мест сезонной работы, садово-огородных участков.

Внедрение и широкое использование возобновляемых источников энергии соответствует высшим приоритетам и задачам энергетической стратегии России.

В проекте применяем систему «Умный дом», которая имеет ряд преимуществ: позволяет экономить деньги, это достигается через экономию затрат на обогрев, охлаждение воздуха, водоснабжение и другие ресурсы. Кроме того, «Умный дом» предлагает усовершенствовать систему защиты, снижения запоминающих программ и оставлять больше времени на досуг.

Несмотря на сложность выполняемых задач, сама система достаточно проста в эксплуатации и не требует специальных знаний. Она выполняется в виде отдельных модулей, которые объединены между собой сетью на основе интерфейса RS-485 и 1-Wire системы, и обладает возможностью практически неограниченного наращивания, возможностью присоединять к одному порту компьютера множество модулей нужного назначения.

В настоящее время для создания автоматической системы управления не нужно быть специалистом, достаточно знать область, для которой создаётся система.

Также в проекте применяем современные требования — *Пассивный дом* (Passive House), который характеризуется весьма небольшим энергопотреблением — минимум в десять раз ниже обычного уровня — и низкой воздухопроницаемостью. Комфортная температура внутреннего воздуха в таком доме обеспечивается без системы отопления большой мощности — за счёт главным образом тепловыделений людей и животных, бытовых приборов и энергии от её возобновляемых источников. В оболочку пассивного строения непременно включают эффективную теплоизоляцию большой толщины.



Согласно второй директиве Европейского Союза по энергетическим характеристикам зданий — EPBD II, к 2020 году всё новое жильё в Евросоюзе должно иметь близкий к нулю расход тепловой энергии, то есть отвечать требованиям к пассивному дому.

Требования, предъявляемые к пассивному дому, следующие:

- энергетическая компактность формы;
- максимальная площадь окон и дверей на южном фасаде и минимальная — на северном;
- с южной стороны — балконы или лоджии;
- большая толщина эффективной теплоизоляции наружных ограждений;
- наличие солнечных коллекторов для горячего водоснабжения и системы приточно-вытяжной вентиляции с рекуперацией теплоты отработанного воздуха.

Благодаря микропроцессору в помещениях поддерживается заданная температура. В данном проекте предлагаю схему управления альтернативными источниками (Приложение 1).

Использование ВИЭ

Ветроустановка

Сегодня ветроэнергетика переживает период бурного роста, темпы которого достигают 30% в год. Но, наравне с энтузиастами ветроэнергетики, в последнее время всё больше появляется и скептиков. Ветроэнергетика, обладая такими достоинствами, как экологическая чистота производства электроэнергии и использование возобновляемого источника энергии, имеет и ряд существенных недостатков. Это низкое качество производимой энергии, создание всевозможных помех теле — и радиосигналам, негативное воздействие в звуковом диапазоне на фауну, необходимость в дополнительных резервных энергогенерирующих мощностях традиционной конструкции и т.д.

Для села Казинка Шпаковского района характерны сильные ветры восточного и западного направления, мы расположены в районе «Армавирского коридора» ветров. Восточные ветры типичны для зимнего периода, более устойчивые и могут дуть непрерывно почти целый месяц.

Средняя месячная скорость ветра в феврале составляет 5 м/с, в августе — 3 м/с. Довольно часты ветры со скоростью 15 м/с, максимальная скорость достигает 35–40 м/с. (Приложение 2).

Принципиально вся ветроэнергетика построена на двух элементах: источнике энергии (ветер) и приёмнике энергии (ветроустановка). С первых шагов освоения энергии ветра и до нашего времени изобретатели занимались совершенствованием приёмника энергии, а источник энергии (ветер) воспринимался ими как данная природой стихия, не поддающаяся управлению. Во мно-

ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЕ
РАБОТЫ
УЧАЩИХСЯ

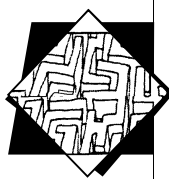
Реализованный
детско-взрослый проект
«Мы сделали это»



145

ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ
РАБОТА ШКОЛЬНИКОВ / 1'2014





гом именно это обусловило проявление большинства недостатков, присущих современной ветроэнергетике.

В проекте мы применяем ветроустановку башенного типа. Она состоит из следующих основных элементов: аппарата сбора энергии, генератора, аппарата концентрации энергии и системы управления. Аппарат сбора энергии выполнен в виде вертикального цилиндра, стенки которого собраны из профилированных поверхностей, образующих сквозные каналы, соединяющие внешнюю поверхность цилиндра с его внутренним вертикальным каналом (входные конфузурные каналы). Их задача — «захватить» набегающий воздушный поток, развернуть его вверх вдоль вертикальной оси установки и направить на лопасти генератора.

Генератор с лопастями размещён внутри аппарата концентрации энергии. Он преобразует кинетическую энергию воздушного потока в электрическую энергию. Аппарат концентрации энергии конструктивно выполнен в виде вертикальной трубы, внутреннее сечение которой плавно уменьшается к центру, где и расположен генератор. Внутренний объём этой трубы является продолжением внутреннего вертикального канала аппарата сбора энергии. Такая конструкция этого узла позволяет повысить концентрацию кинетической энергии воздушного потока на лопастях генератора.

Система управления (на рисунке не показана) обеспечивает своевременное открытие конфузурных каналов башни со стороны набегания внешнего воздушного потока и закрытие всех остальных конфузурных каналов.

Принципиальные отличия ветроустановок башенного типа:

1. Она позволяет управлять энергией воздушного потока путём её концентрации на лопастях генератора (Приложение 3).

2. Отпадает необходимость в настройке лопастей ротора генератора «на ветер». Генератор с вертикальной осью вращения стационарно расположен в верхней части установки. Ветер сам «настраивается» на генератор благодаря конструкции аппарата сбора энергии.

3. Значительно повышается мощность воздушного потока, приходящая на лопасти ротора генератора. Конструкция аппарата концентрации энергии позволяет повышать скорость воздушного потока во внутреннем вертикальном канале установки и, соответственно, повышать его мощность (Приложение 4).

Проведённые экспериментальные исследования моделей в аэродинамической трубе показали увеличение выработки энергии генератором, установленном в башне, более чем в 4 раза, а для малых скоростей воздушного потока — более чем в 10 раз (Приложение 5).

Ветроустановка башенного типа — мировая энергетика будущего: это низкая себестоимость и высокое качество производимой экологически чистой электроэнергии при минимальных затратах на обслуживание установки (Приложение 6).

Конструктивные размеры башенной ветроустановки прилагаются.

При выбранном размере лопастей ветрогенератора, равным 3 м, получаем соответствующие параметры ветроустановки (Приложение 7).

В нашем районе, согласно розе ветров, преобладают ветры западного и восточного направления, поэтому аппарат сбора и аппарат концентрации необходимо изготовить не круглой, а прямоугольной формы и установить ветроустановку в направлении восток — запад. В нижней части аппарата сбора нужно установить шарнир, на котором будет закреплена перекидная заслонка. Это позволит всему объёму входящего потока направляться вверх, в аппарат концентрации. Для увеличения производительности необходимо оборудовать нашу установку дополнительными ветрозаборниками, что значительно повысит её производительность.

Ветрозаборники имеют форму правильной усечённой пирамиды, её стороны наклонены к ветроустановке под углом 30 градусов. Чтобы не было завихрений, во внутренней части ветрозаборников нужно установить вертикальные направляющие. Поскольку в этом случае увеличивается площадь сбора ветра, в аппарате концентрации площадь верхней части должна быть не меньше, чем площадь забора воздуха на входе в аппарат сбора. Для того чтобы верхние потоки воздуха не препятствовали выходу воздушного потока из нашей ветроустановки, в верхней части аппарата концентрации установим перекидную крышу, которая закреплена с помощью шарнирного соединения на стойках, жёстко закреплённых на боковых стенках верхней части аппарата концентрации и работает так же, как перекидная заслонка, защищая верхнюю часть аппарата концентрации от атмосферных осадков и обеспечивая свободный выход воздушных масс из аппарата концентрации (Приложение 8). Ветроустановку такой конструкции можно будет применять в любом районе, где, согласно розе ветров, преобладают ветры противоположного направления, или на берегу моря или океана, где дуют ветры дневного и ночного бриза (Приложение 9).

Фотоэлектрический модуль (ФЭМ)

Солнечные фотоэлементы являются вполне реальной техникой и экономически выгодной альтернативой ископаемому топливу в ряде применений. Солнечный элемент может напрямую превращать солнечное излучение в электричество без применения каких-либо движущихся механизмов. Благодаря этому, срок службы солнечных генераторов довольно продолжителен. Фотоэлектрические системы хорошо зарекомендовали себя с самого начала промышленного применения фотоэлементов.

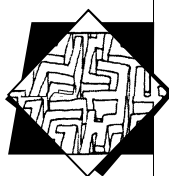
В сельских районах применяют фотоэлектрические системы для зарядки и освещения электрических изгородей, обеспечения

ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЕ
РАБОТЫ
УЧАЩИХСЯ

Реализованный
детско-взрослый проект
«Мы сделали это»

147

ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ
РАБОТА ШКОЛЬНИКОВ / 1'2014



циркуляции воды, вентиляции, света и кондиционирования воздуха в теплицах и гидропонных сооружениях.

Электрическое освещение при помощи фотоэлементов более эффективно, чем керосиновые лампы, а установка фотоэлектрической системы обычно стоит дешевле, чем прокладка электросети.

Эта система имеет следующие преимущества:

- **Высокая надёжность.** Фотоэлементы разрабатывались для использования в космосе, где ремонт слишком дорог либо вообще невозможен.
- **Низкие текущие расходы.** Фотоэлементы работают на бесплатном топливе — солнечной энергии. Благодаря отсутствию движущихся частей они не требуют особого ухода.
- **Экологичность.** Поскольку при использовании фотоэлектрических систем не сжигается топливо и не имеется движущихся частей, они являются бесшумными и чистыми. Эта их особенность чрезвычайно полезна там, где единственной альтернативой для получения света и электропитания являются дизельные генераторы и керосиновые лампы.
- **Модульность.** Фотоэлектрическую систему можно довести до любого размера.
- **Низкие затраты на строительство.** Размещают фотоэлектрические системы обычно близко к потребителю, а значит, нет необходимости тянуть линии электропередачи на дальние расстояния, как в случае подключения к линиям электропередач. Вдобавок не нужен понижающий трансформатор. Наличие меньшего количества проводов означает низкие затраты и более короткий период установки.

Стоимость электричества, произведённого на крупных установках, способных обеспечить электропитанием жилой дом, выражается в стоимости одного кВт·ч. Она зависит от первоначальной стоимости системы, условий займа (для выплаты первоначальной стоимости), расходов на эксплуатацию системы, её ожидаемого срока эксплуатации и от общей эффективности (Приложение 10).

Аккумулятор

В аккумуляторе накапливается энергия, выработанная солнечным модулем и ветрогенератором. В качестве компонента домашней солнечной энергетической установки аккумулятор выполняет три задачи:

- покрывает пиковую нагрузку, которую не могут покрыть сами фотоэлектрические модули (резервный запас);
- даёт энергию в ночное время (кратковременное хранение);
- компенсирует периоды плохой погоды или слишком высокого энергопотребления (среднесрочное хранение).

Наиболее часто используются автомобильные аккумуляторы, доступные по цене и имеющиеся во всём мире. Однако они пред-

назначены для передачи большого тока в течение короткого промежутка времени. Они плохо выдерживают продолжительные циклы зарядки-разрядки, типичные для солнечных систем (Приложение 11). Промышленность выпускает так называемые солнечные аккумуляторы, которые отвечают данным требованиям. Их главная особенность — низкая чувствительность к работе в циклическом режиме (Приложение 12).

Регулятор заряда

Аккумулятор прослужит несколько лет только в том случае, если он используется вместе с качественным регулятором заряда, который защищает батарею от чрезмерной зарядки и глубокой разрядки. Если батарея полностью заряжена, регулятор снижает уровень тока, вырабатываемого солнечным модулем до величины, компенсирующей естественные потери заряда и наоборот. Регуляторы заряда — это электронные устройства, которые также могут пострадать в результате неисправностей либо некорректного обращения с системой.

Более совершенные модели оборудованы предохранителями для предотвращения повреждения регулятора и других компонентов системы. Среди них — предохранители против короткого замыкания и изменения полярности (когда перепутаны полюса + и —), блокировочный диод, который препятствует разрядке батареи в ночное время. Многие модели оборудованы светодиодами, которые отмечают состояние работы и поломки системы. В некоторых моделях отмечается даже уровень зарядки батареи, хотя его весьма трудно определить с точностью. При подключении только вторичной нагрузки, Вы выбираете режим полного заряда батареи, а сброс лишней энергии в нагрузку предотвращает её перезаряд. Подключив нагрузку к основному выходу, можно сразу же потреблять энергию от солнечных панелей. В условиях работы холодильник обычно может быть подключён как основная нагрузка. Если необходимо запитать что-то ещё, например, зарядить мобильный телефон, можно перейти на дополнительный выход. Подключать холодильник как вторичную нагрузку стоит при необходимости накопления большего количества энергии в аккумуляторе для более длительного функционирования холодильника (Приложение 13).

Инвертор

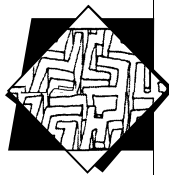
Инвертор превращает постоянный ток низкого напряжения в стандартный переменный (220 В, 50 Гц). Электричество, вырабатываемое современными синусоидальными инверторами, отличается лучшим качеством, чем то, которое поступает к вам домой из местной энергосистемы. Существуют также «модифицирован-

ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЕ
РАБОТЫ
УЧАЩИХСЯ

Реализованный
детско-взрослый проект
«Мы сделали это»

149

ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ
РАБОТА ШКОЛЬНИКОВ / 1'2014



ные» синусоидальные инверторы — они не так дороги, но при этом пригодны для большинства домашних задач.

Применяем ИБП-1.5/ЗС-ВГ/ФМ — с входами от ветроустановки и фотоэлектрического модуля (Приложение 14). Основными достоинствами ИБП-1.5/ЗС-ВГ/ФМ являются:

- сочетание большого количества функций в одном устройстве;
- стабилизированное синусоидальное напряжение на выходе инвертора;
- температурная компенсация напряжения заряда АБ;
- цифровая индикация параметров;
- низкая стоимость по сравнению с аналогами.

Тепловой насос

Тепловой насос — это холодильная машина, в которой тепло от среды с низкой температурой передаётся теплоносителю с высокой температурой за счёт затраты энергии на преобразование рабочего тела машины. У нас эти агрегаты только-только начинают входить в практику. О них мало что известно даже в среде строителей, а потребители довольствуются лишь всевозможными слухами. Самых распространённых два: что это игрушка для зажиточных богачей и что так попросту не бывает, потому что всё очень уж хорошо.

Затратив 1 кВт электроэнергии в приводе насоса, можно получить 3, 4, а часто и 5–6 кВт тепловой энергии. И хотя это выглядит чудом, с ним, как оказывается, мы знакомы давно. По сути, ТН — это слегка преобразованный холодильник (Приложение 15).

Опыт России по биотехнологической конверсии биомассы

Биологическая конверсия биомассы в топливо и энергию развивается по двум основным направлениям:

- ферментация с получением этанола, низших жирных кислот, углеводов, липидов — это направление давно и успешно используется на практике и в данной работе обсуждаться не будет;
- получение биогаза.

В настоящее время получение биогаза связано, прежде всего, с переработкой и утилизацией отходов животноводства, птицеводства, растениеводства, пищевой, спиртовой промышленности, коммунально-бытовых стоков и осадков.

Проблемами разработки биогазовых технологий, созданием оборудования, установок и станций занимаются несколько организаций России.

Установка ИБГУ-1 работает в полупериодическом режиме с ежесуточной загрузкой 200 кг органических отходов с влажнос-

тью 85%. Температура ферментации — 52–55°С. Температурный режим поддерживается с помощью ТЭНов, вмонтированных в водяную рубашку, окружающую биореактор.

Суточное потребление энергии — не более 15 кВт. Ч при размещении биореактора в помещении. ИБГУ-1 производит до 10–12 м³/сут биогаза, содержащего 60% метана и 40% углекислого газа. Окупаемость блок-модуля БИОЭН-1 по рыночной стоимости годового производства удобрений составляет не более 0,5 года.

Резервная электростанция для зарядки аккумуляторов

При пропадании электроэнергии, когда уровня заряда ИБП становится недостаточным для поддержания работоспособности системы, запускается автономный генератор. В случае перегрузки сети (включение нескольких энергоёмких устройств) в зависимости от установленного приоритета часть нагрузки будет обесточена таким образом, чтобы система безопасности продолжила нормальное функционирование. Автоматическое отключение части электросистемы сопровождается оповещением.

Базовая версия газогенератора AlphaGen представляет собой источник постоянного тока с номинальным напряжением 48/24 В и мощностью 3 кВт.

В качестве топлива для генераторов AlphaGen может использоваться пропан или природный газ.

Энерговодородная установка ВКа-2

Данная установка рассчитана на родовое поместье или крестьянско-фермерское площадью 500 кв.м. Даёт одновременно тепло, электричество и водород, который можно использовать на заправку экологически чистых автомобилей.

Установка будет производить абсолютно экологически чистый и дешёвый энергоноситель «водород» и дешёвую электроэнергию.

Экономическое обоснование проекта

Автоматизированный модуль, состоящий из солнечной установки, ветроустановки, комплекта необслуживаемых аккумуляторов, двух инверторов, резервной электростанции, теплового насоса, биоустановки, водородной установки и комплекта приборов автоматизации 1-Wire системы, призван полностью удовлетворить потребности небольшого крестьянско-фермерского хозяйства, родового поместья или небольшого поселения удалённого от энергетических коммуникаций в обеспечении электроэнергией, теплом и водой.

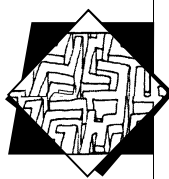
При значительной первоначальной стоимости оборудования, которая составляет 482 160 рублей, использование выше указан-

**ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЕ
РАБОТЫ
УЧАЩИХСЯ**

**Реализованный
детско-взрослый проект
«Мы сделали это»**

151

**ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ
РАБОТА ШКОЛЬНИКОВ / 1'2014**



ных энергосберегающих технологий не зависит от поставщиков газа и электроэнергии и ГСМ, которые регулярно повышают стоимость энергоресурсов и ограничивают подачу при пиковых нагрузках. Использование в нашем проекте альтернативных источников даёт возможность получения дешёвой энергии от экологически чистых технологий её получения при сроке окупаемости 6–8 лет (Приложение 16).

Перспективы

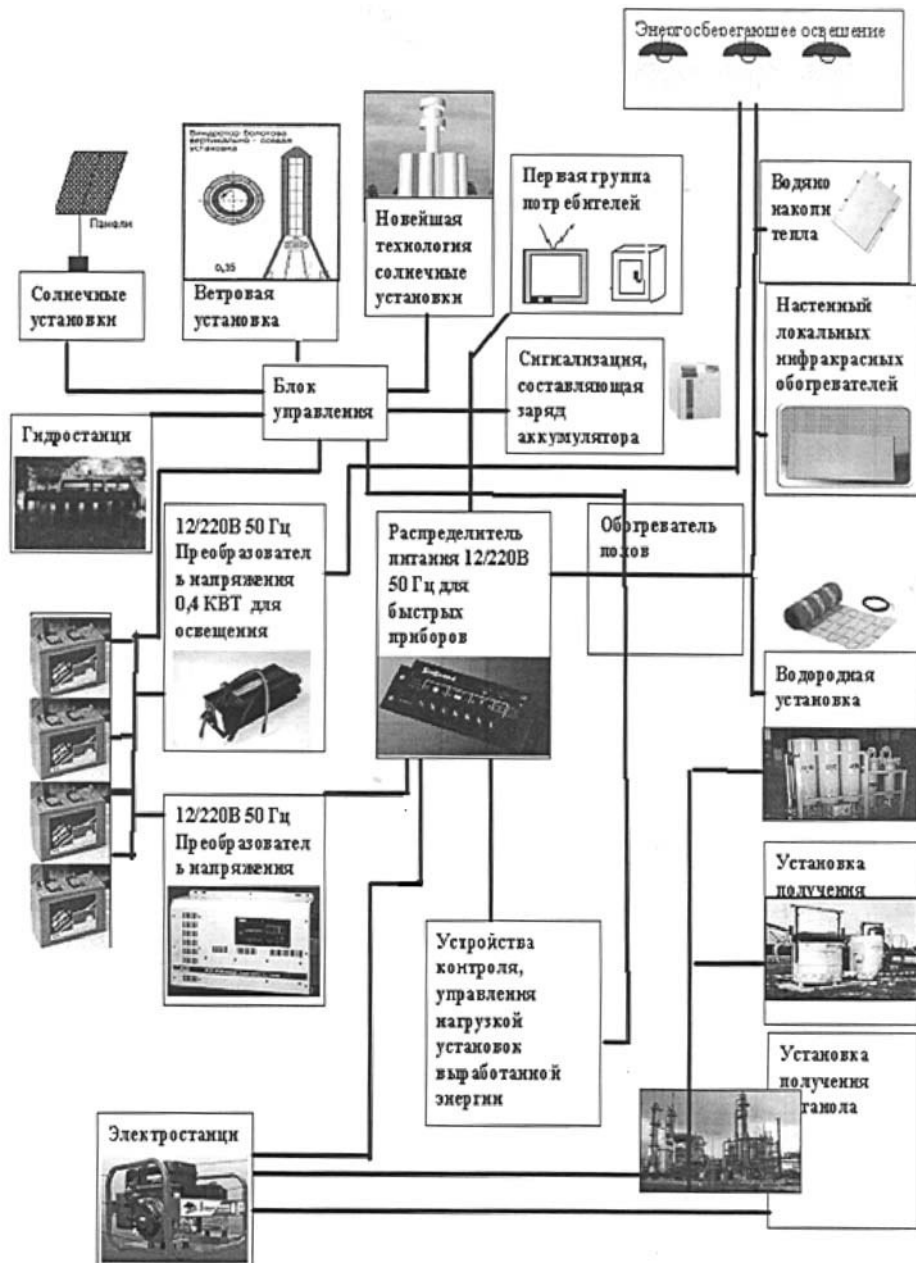
Выступая с данным проектом на краевом конкурсе при МАН, я увидел на здании корпуса электрификации блоки солнечных батарей. Для того, чтобы солнечные лучи лучше воспринимались фотоэлементами, они были установлены под углом. У меня возникла идея о том, что если бы солнечные батареи закрепить не жёстко, а на конструкции, которая меняла бы угол наклона и устанавливалась бы сама по отношению солнечных лучей под прямым углом, то коэффициент полезного действия батарей был бы значительно больше. Поэтому на второй год работы над проектом планирую разработку автоматического поворотного устройства солнечной батареи.

В установке для получения водорода предлагаю применить ультразвуковой излучатель, который будет измельчать водный раствор на микро- и макрочастицы. Тем самым, по моим прогнозам, КПД водородной установки должен увеличиться на 25–40%.

В перспективе – разработка своей системы управления автоматическими процессами получения, преобразования и потребления электрической энергии. При этом планирую использовать для освещения светодиодные светильники с прокладкой линии напряжением 5 вольт для их питания. Это позволит значительно уменьшить потребление электричества для освещения.

Все эти варианты собираюсь проработать в своём будущем проекте.

Схема управления альтернативными источниками энергии



Роза ветров в с. Казинка

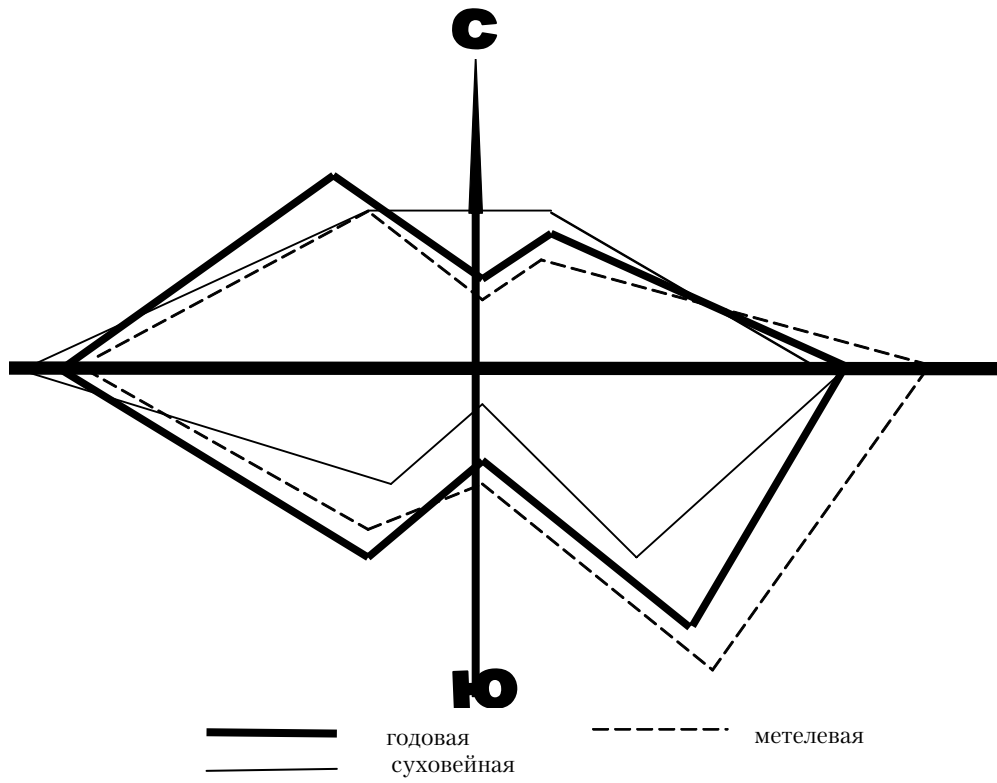
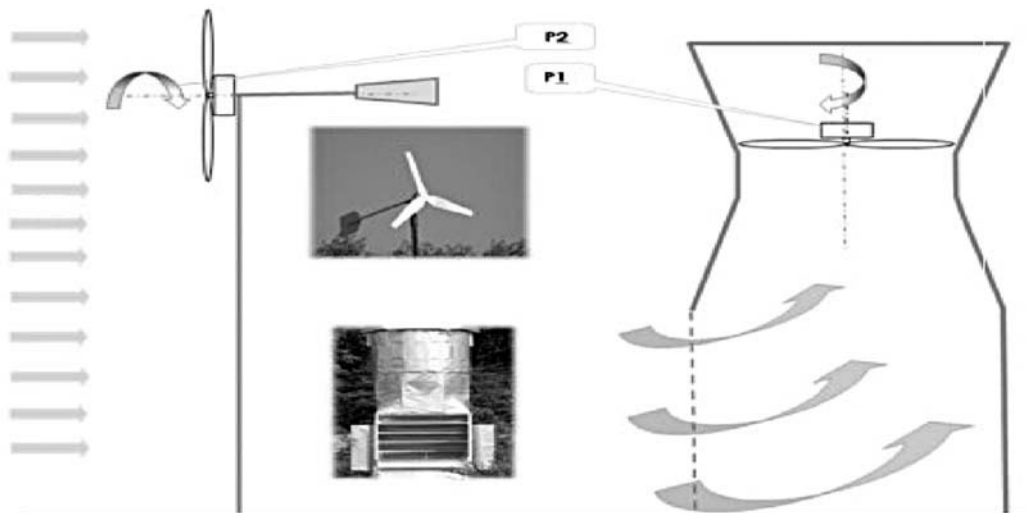
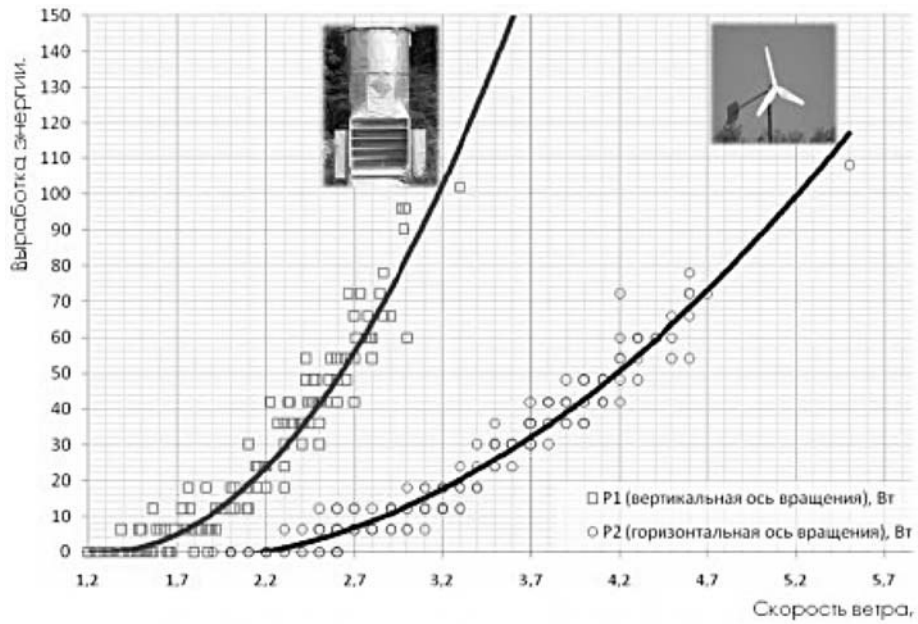


Схема сравнительных испытаний вертикальной и горизонтальной ветроустановки



ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ
РАБОТА ШКОЛЬНИКОВ / 1'2014

Выработка электрической энергии генераторами



Выработка электрической энергии генератором

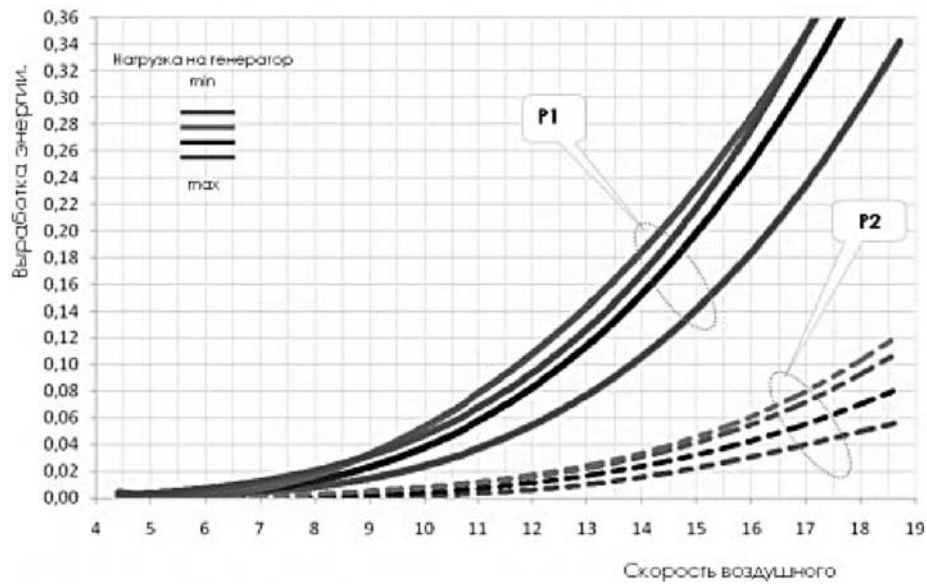


Таблица расчёта мощности ветроустановки

В числителе — мощность самодельного ветряка в кВт.

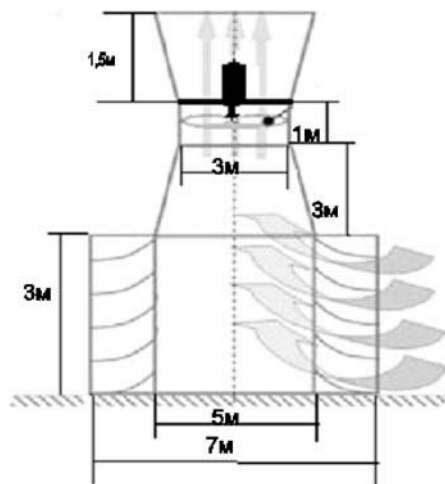
В знаменателе — обороты пропеллера в об/мин при быстроходности $Z = 6$.

Диаметр винта, м	Скорость ветра м/с (http://rosinmn.ru)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	15
1				$\frac{0,01}{459}$	$\frac{0,02}{573}$	$\frac{0,04}{688}$	$\frac{0,06}{803}$	$\frac{0,09}{917}$	$\frac{0,13}{1032}$	$\frac{0,18}{1146}$	$\frac{0,31}{1376}$	$\frac{0,60}{1720}$
2		$\frac{0,01}{115}$	$\frac{0,02}{172}$	$\frac{0,05}{229}$	$\frac{0,09}{287}$	$\frac{0,15}{344}$	$\frac{0,24}{401}$	$\frac{0,36}{459}$	$\frac{0,52}{516}$	$\frac{0,71}{573}$	$\frac{1,23}{688}$	$\frac{2,39}{860}$
3		$\frac{0,01}{76}$	$\frac{0,04}{115}$	$\frac{0,10}{153}$	$\frac{0,20}{191}$	$\frac{0,34}{229}$	$\frac{0,55}{268}$	$\frac{0,82}{306}$	$\frac{1,16}{344}$	$\frac{1,60}{382}$	$\frac{2,76}{459}$	$\frac{5,39}{573}$
4		$\frac{0,02}{57}$	$\frac{0,08}{86}$	$\frac{0,18}{115}$	$\frac{0,35}{143}$	$\frac{0,61}{172}$	$\frac{0,97}{201}$	$\frac{1,45}{229}$	$\frac{2,07}{258}$	$\frac{2,84}{287}$	$\frac{4,90}{344}$	$\frac{9,57}{430}$
5		$\frac{0,04}{46}$	$\frac{0,12}{69}$	$\frac{0,28}{92}$	$\frac{0,55}{115}$	$\frac{0,96}{138}$	$\frac{1,52}{161}$	$\frac{2,27}{183}$	$\frac{3,23}{206}$	$\frac{4,43}{229}$	$\frac{7,66}{275}$	$\frac{15,0}{344}$
7	$\frac{0,01}{16}$	$\frac{0,07}{33}$	$\frac{0,23}{49}$	$\frac{0,56}{66}$	$\frac{1,09}{82}$	$\frac{1,88}{98}$	$\frac{2,98}{115}$	$\frac{4,45}{131}$	$\frac{6,33}{147}$	$\frac{8,69}{164}$	$\frac{15,0}{197}$	$\frac{29,3}{246}$
10	$\frac{0,02}{11}$	$\frac{0,14}{23}$	$\frac{0,48}{34}$	$\frac{1,13}{46}$	$\frac{2,22}{57}$	$\frac{3,83}{69}$	$\frac{6,08}{80}$	$\frac{9,08}{92}$	$\frac{12,9}{103}$	$\frac{17,7}{115}$	$\frac{30,6}{138}$	$\frac{59,8}{172}$
15	$\frac{0,04}{8}$	$\frac{0,32}{15}$	$\frac{1,08}{23}$	$\frac{2,55}{31}$	$\frac{4,99}{38}$	$\frac{8,62}{46}$	$\frac{13,7}{54}$	$\frac{20,4}{61}$	$\frac{29,1}{69}$	$\frac{39,9}{76}$	$\frac{68,9}{92}$	$\frac{135}{115}$
20	$\frac{0,07}{6}$	$\frac{0,57}{11}$	$\frac{1,91}{17}$	$\frac{4,54}{23}$	$\frac{8,87}{29}$	$\frac{15,3}{34}$	$\frac{24,3}{40}$	$\frac{36,3}{46}$	$\frac{51,7}{52}$	$\frac{70,9}{57}$	$\frac{123}{69}$	$\frac{239}{86}$
25	$\frac{0,11}{5}$	$\frac{0,89}{9}$	$\frac{2,99}{14}$	$\frac{7,09}{18}$	$\frac{13,9}{23}$	$\frac{23,9}{28}$	$\frac{38,0}{32}$	$\frac{56,7}{37}$	$\frac{80,8}{41}$	$\frac{111}{46}$	$\frac{191}{55}$	$\frac{374}{69}$



Приложение 7

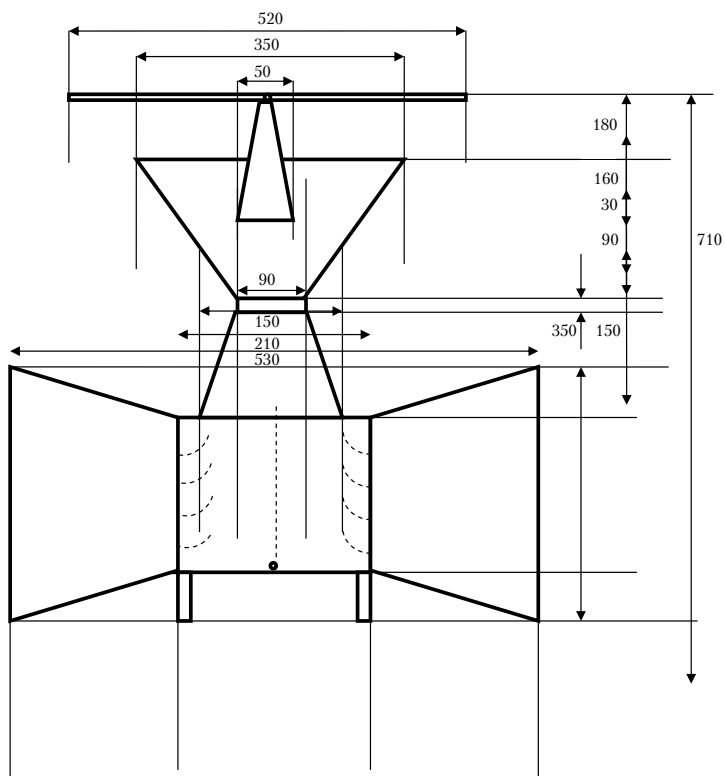
Структурная схема ветроустановки и её габаритные размеры



ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЕ РАБОТЫ УЧАЩИХСЯ
Реализованный детско-взрослый проект «Мы сделали это»

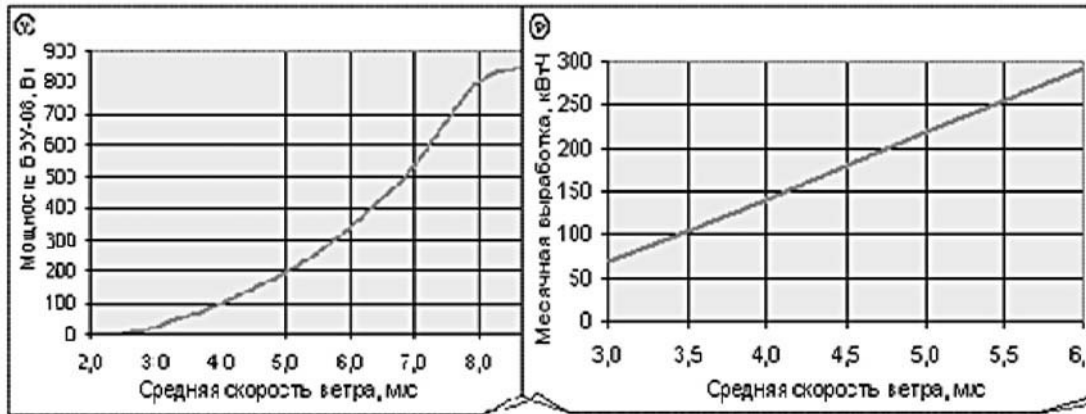
Приложение 8

Структурная схема макета ветрогенераторной установки



**ЗАВИСИМОСТЬ МОЩНОСТИ
ОТ СКОРОСТИ ВЕТРА**

**ЗАВИСИМОСТЬ МЕСЯЧНОЙ
ВЫРАБОТКИ ЭНЕРГИИ
ОТ СРЕДНЕЙ СКОРОСТИ ВЕТРА***



– зависимость приближительная. Реальное значение выработки энергии зависит от распределения скоростей ветра и соответствия графиков выработки и потребления

Фотоэлектрический модуль



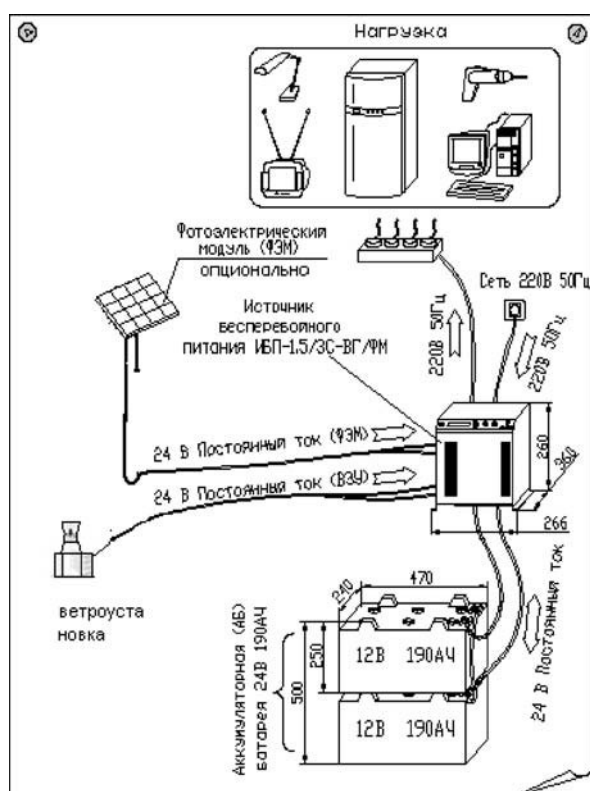
Уровни напряжений переключения аккумуляторов

Тип аккумулятора	Основная нагрузка, В		Дополнительная нагрузка, В	
	Включено	Выключено	Включено	Выключено
Обычный свинцово-кислотный	11.06	10.37	14.1	13.66
Герметичный кислотный	10.77	10.10	13.79	13.3
Литиевый	9.606	9.006	12.3	11.86

Среднее время автономной работы от АБ при отсутствии мощностей на входах ВЭУ, ФМ и сети

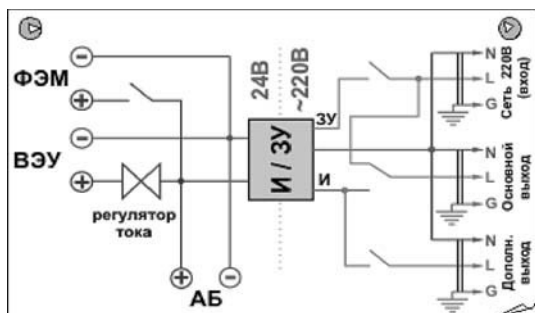
Мощность нагрузки, Вт	Ёмкость аккумуляторной батареи, А·Ч		
	120	190	240
200	10.4 ч	16.4 ч	20.7 ч
500	3.9 ч	6.5 ч	8.3 ч
800	2.4 ч	3.9 ч	5.0 ч
1100	1.5 ч	2.8 ч	3.6 ч

Схема подключения модулей источников и потребителей



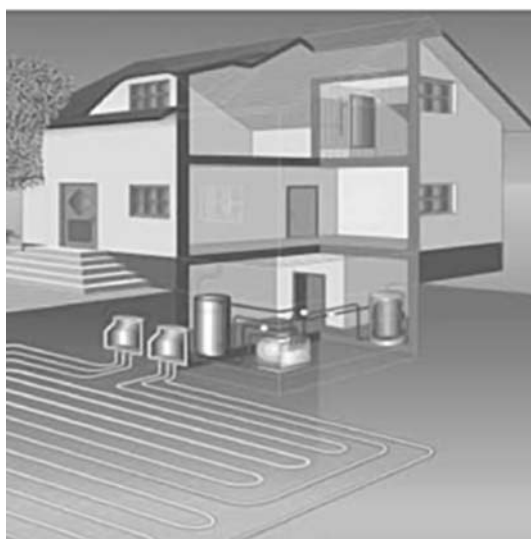
Приложение 14

Схема подключения солнечной батареи и ветроустановки к инвертору



Приложение 15

Структурная схема работы теплового насоса



Приложение 16

Стоимость на приобретение оборудования

№ п/п	Наименование оборудования	Кол-во	Цена	Сумма
1	Солнечная батарея 100Вт	100	95 руб./Вт	9500
2	Инвертор 250Вт	1	4500	4500
3	Инвертор 1500 Вт	1	8000	8000
4	Аккумуляторы необслуживаемые	12	2200	26400
5	Резервная электростанция 2 КВт	1	8500	8500
6	Тепловой насос	1	45000	45000
7	Биоустановки ИБГУ-1	1	70000	70000
8	Водородная установка	1	110000	110000
9	Приборы автоматики 1-Wire системы	1	45000	45000
10	Ветроустановки ВВВ 2500Вт	1	75000	75000
Итого				401800
Накладные расходы 20%				80360
Всего				482160