УПРАВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ ЛИПЕЦКОЙ ОБЛАСТИ

ГОСУДАРСТВЕННОЕ (ОБЛАСТНОЕ) БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ ДЕТЕЙ

ЦЕНТР РАЗВИТИЯ ТВОРЧЕСТВА ДЕТЕЙ И ЮНОШЕСТВА

ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ. ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ ЛИПЕЦКОЙ ОБЛАСТИ

Творческое объединение
«Робототехника»

Автор
Коробейников Алексей

Руководитель
Коробейников Д.А.

Педагог дополнительного
образования
Г(О)БОУ ДОД Центр развития
творчества детей и юношества

Липецк, 2015

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность работы.

Современные, наиболее используемые источники электроэнергии - это гидро- тепло- и атомные электростанции, но они не экологичны. Альтернативная энергетика, построенная на использовании возобновляемых источников энергии, уже сейчас позволяет в той или иной степени решить проблему экологии и исчерпаемости топливных ресурсов. На сегодняшний день существует несколько технологий получения альтернативной энергии:

- солнечные батареи;
- ветрогенераторы;
- геотермальная энергетика;
- энергия приливов и отливов.

Все эти технологии актуальны, но имеют свою область применения, так как зависят от многих внешних факторов того или иного региона. Учитывая высокую стоимость внедрения альтернативных источников, становится важным предварительный анализ погодных и географических условий территории, на которой планируется применение технологии получения альтернативной энергии.

Новизна работы.

Территория Липецкой области находится в центральной части России. Развитая промышленность и сельское хозяйство является мощным стимулом освоения ранее свободных территорий и развития строительства частного сектора и объектов малого предпринимательства. Не всегда и не везде к такому жилью есть возможность подведения стандартных источников энергии. А постоянный рост тарифов вынуждает задуматься над замещением таких источников альтернативными видами энергии.

Анализ информационных источников не выявил тематических исследований применения солнечной энергии и энергии ветра применимо к Липецкой области.

В данной работе предпринята попытка собрать воедино данные о погодных и географических условиях в области, экономических показателей в области энергетики и стоимости внедрения альтернативных источников энергии.

Цель работы.

Определение современных технологий генерации электрической энергии и оценка возможности их применения в частном доме на территории Липецкой области. Представляемая работа является частью общего проекта по оснащению строящегося частного дома современными инженерными сетями.

Задачи проекта.

- ✓ Определение основных причин для применения альтернативных источников питания.
- ✓ Анализ современных видов таких источников и выбор актуальных для Липецкой области.
- ✓ Расчет затрат на оплату электроэнергии в случае подключения к обычным сетям электроснабжения.
- ✓ Анализ конструкций современных ветрогенераторов, определение комплектаций и стоимости внедрения.
- ✓ Анализ конструкций современных солнечных батарей, определение комплектаций и стоимости внедрения.
- ✓ Определение срока окупаемости выбранных систем и формулировка выводов из полученных результатов.

Объект исследования.

Представляемая работа является частью общего проекта по оснащению строящегося частного дома современными инженерными сетями.

Предмет исследования.

Предметом исследования является комплексный анализ эффективности применения альтернативных источников энергии и расчет срока окупаемости.

Гипотеза.

Солнечная активность на территории Липецкой области не позволяет использовать солнечную энергию в качестве основного источника, но ее применение возможно в летнее время для обеспечения энергией производств работающих в летнее время.

Реальным источником альтернативной энергии может стать ветрогенераторы.

План исследований.

План исследований составлен таким образом, что бы охватить все возможные критерии, влияющие на решение о внедрении альтернативных источников энергии.

1. Определение основных причин для применения альтернативных источников питания.
2. Анализ современных видов таких источников и выбор актуальных для Липецкой области.
3. Расчет затрат на оплату электроэнергии в случае подключения к обычным сетям электроснабжения.
4. Анализ конструкций современных ветрогенераторов, определение комплектаций и стоимости внедрения.
5. Анализ конструкций современных солнечных батарей, определение комплектаций и стоимости внедрения.
6. Определение срока окупаемости выбранных систем и формулировка выводов из полученных результатов.

1. ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

1.1 Причины перехода на альтернативные источники электроэнергии

Существует два основных фактора, влияющих на выбор альтернативных источников: физическая невозможность подключения стандартных источников энергии и снижение затрат на их оплату. В работе конкретизированны следующие причины:

1. Отсутствие или ограниченные возможности подключения к общим электросетям.
2. Снижение затрат на оплату электрической энергии.
3. Создание резервной системы электроснабжения.
4. Экологическая чистота получаемой электроэнергии.

1.2 Современные альтернативные источники электроэнергии

Анализ информационных источников позволил сделать выводы о том, что с учетом стоимости и реальности внедрения на территории Липецкой области возможно применение следующих альтернативных источников энергии:

1) ветрогенераторы;

2) солнечные батареи;

3) генераторы электрической энергии с двигателями на альтернативном топливе (газ, биотопливо);

4) топливные элементы;

5) теплогенераторы;

Сложность внедрения технологий п.п.3-5 и их высокая стоимость позволяют уже на этапе первоначального анализа отклонить их применение в условиях поставленной цели.

1.2.1 Генераторы на основе солнечной энергии.

Состав и устройство солнечной батареи, ее элементов определяют эффективность выработки энергии готовым изделием. В настоящее время, для генерации электрической энергии используются солнечные панели на основе

кремния (c-Si, mc-Si & кремниевые тонкопленочные батареи), теллурида кадмия CdTe, соединения медь-индий (галлий)-селен Cu(InGa)Se2, а также концентраторные батареи на основе арсенида галлия (GaAs). Ниже будут даны краткие описания каждой из них.

Солнечные батареи основе кремния

Солнечные батареи (СБ) на основе кремния составляют на сегодняшний день порядка 85% всех выпускаемых солнечных панелей. Исторически это обусловлено тем, что при производстве СБ на основе кремния использовался обширный технологический задел и инфраструктура микроэлектронной промышленности, основной «рабочей лошадкой» которой также является кремний. В результате, многие ключевые технологии микроэлектронной промышленности такие как выращивания кремния, нанесения покрытий, легирования, удалось адаптировать для производства кремниевых батарей с минимальными изменениями и инвестициями. Кроме того, кремний – один из самых распространенных элементов земной коры и составляет по разным данным 27-29% по массе. Таким образом, нет никаких физических ограничений для производства значительной доли электроэнергии Земли с имеющимися запасами Si.

Различают два основных типа кремниевых СБ – на основе монокристаллического кремния (crystalline-Si, c-Si) и на основе мультикристаллического (multicrystalline-Si, mc-Si) или поликристаллического. В первом случае используется высококачественный (и, соответственно, более дорогой) кремний выращенный по методу Чохральского, который является стандартным методом для получения кремниевых пластин-заготовок для производства микропроцессоров и микросхем. Эффективность СБ изготовленных из монокристаллического кремния составляет обычно 19-22%. Не так давно, фирма Panasonic заявила о начале промышленного выпуска СБ с эффективностью 24,5% (что вплотную приближается к максимально возможному теоретически значению ~30%).

Во втором случае для производства СБ используется более дешевый кремний произведенный по методу направленной кристаллизации в тигле (block-cast), специально разработанного для производства СБ. Получаемые в результате

кремниевые пластины состоят из множества мелких разнонаправленных кристаллитов (типичные размеры 1-10мм) разделенных границами зерен. Подобные неидеальности кристаллической структуры (дефекты) приводят к снижению эффективности – типичные значения эффективности СБ из mc-Si составляют 14-18%. Снижение эффективности данных СБ компенсируется их меньшей ценой, так что цена за один ватт произведенной электроэнергии оказывается примерно одинаковой для солнечных панелей как на основе c-Sitак и mc-Si.

Тонкопленочные солнечные панели

Возникает вопрос – зачем разрабатывать другие типы модулей, если солнечные панели на основе моно- и мультикристаллического кремния уже созданы и показывают неплохие результаты? Очевидный ответ - чтобы добиться еще большего снижения стоимости и улучшения технологичности и эффективности, по сравнению с обычными c-Si и mc-Siсолнечными батареями.

Дело в том, что обычные кремниевые фотоэлектрические модули наряду с преимуществами, перечисленными выше, обладают и рядом недостатков. Кемний из-за своих особых электрофизических свойств (непрямозонный полупроводник) обладает довольно низким коэффициентом поглощения, особенно в области инфракрасных длин волн. Таким образом, толщина кремниевой пластины для эффективного поглощения солнечного излучения должна составлять довольно внушительные 100-300 мкм. Более толстые пластины означают больший расход материала, что ведет к удорожанию СБ.

В то же время, прямозонные полупроводники на вроде GaAs, CdTe, Cu(InGa)Se2, и даже некоторые модифицированные формы Si, способны поглощать требуемое количество солнечной энергии при толщине всего в несколько микрон. Открывается заманчивая перспектива сэкономить на расходных материалах, а также на электроэнергии, которой требуется значительно меньше для изготовления более тонкого слоя полупроводника. Еще одной положительной чертой СБ на основе вышеназванных полупроводников – в отличие от СБ на основе c-Si и mc-Si– является их способность не снижать эффективность преобразования солнечной энергии в электрическую даже в условиях рассеянного излучения (облачный день или в тени).

Исследования СБ на основе теллурида кадмия (CdTe) начались еще в 1970х годах ввиду их потенциального использования в качестве перспективных для космических аппаратов. А первое широкое применение «на земле» подобные СБ нашли в качестве элементов питания карманных микрокалькуляторов.

Данные элементы представляют собой гетероструктуру из тонких слоев p-CdTe / n-CdS (суммарная толщина 2-8 мкм) напыленных на стеклянную подложку (основу). Эффективность современных фотоэлектрических элементов данного типа равняется 15-17%. Основным (и фактически единственным) производителем СБ на основе теллурида кадмия является американская фирма FirstSolar, которая занимает 4-5% всего рынка.

К сожалению, есть проблемы с обоими элементами входящими в состав соединения CdTe. Кадмий – это экологически вредный тяжелый метал, который требует особых методов обращения и ставит сложный вопросутилизации старых изделий. В виду этого, законодательство многих стран ограничивает свободную продажу гражданам СБ этого типа (строятся только масштабных солнечных электростанций под гарантии утилизации от фирмы производителя). Второй элемент – теллур, довольно редко встречается в земной коре. Уже в настоящее время более половины всего добываемого теллура идет на изготовление солнечных панелей, а перспективы нарастить добычу – довольно призрачны.

Солнечные батареи на основе соединения медь-индий (галлий)-селен Cu(InGa)Se2 (иногда обозначаются как CIGS) являются новичками на рынке солнечной энергетики. Несмотря на то, что начало исследований элементов этого типа было положено еще в середине 70х, в настоящее время коммерческий выпуск в боле-менее солидных масштабах ведет всего лишь фирма SolarFrontierKKиз Японии. Отчасти это связано с технически сложным и дорогим процессом изготовления, хотя в некоторых (удачных!) случаях их эффективность может достигать 20%.

Несмотря на отсутствие экологически вредных элементов в составе этого соединения, значительному расширению производства данных солнечных модулей в будущем угрожает дефицит индия. Ведутся исследования с целью заменить

дорогой In на более дешевые элементы и может быть скоро появятся новые изделия на основе соединения Cu2ZnSn(S,Se)4.

Фотоэлектрические модули на основе аморфного кремния a-Si:H. Тонкопленочные солнечные батареи могут быть построены также и на основе хорошо известного кремния, если удастся каким-либо образом улучшить его способности к поглощению солнечного света. Применяются две основные методики:

- увеличить путь прохождения фотонов посредством многократного внутреннего переотражения;

- использовать аморфный кремний (a-Si), обладающий гораздо большим коэффициентом поглощения чем обычный кристаллический кремний (c-Si).

По первому пути пошла австралийская фирма CSGSolarLtd, разработавшая СБ с эффективностью 10-13% при толщине слоя кремния всего 1,5 мкм. По второму – швейцарская OerlikonSolar (которую сейчас перекупили японцы), создавшая комбинированные солнечные панели на основе слоев аморфного и кристаллического кремния a-Si / c-Si эффективность которых также составляет 11-13%. Своеобразной особенностью СБ из аморфного кремния является снижение эффективности их работы при понижении температуры окружающего воздуха (у всех остальных - наоборот). Так, фирма производитель рекомендует устанавливать данные модули в странах с жарким климатом.

Концентраторные солнечные модули

Наиболее совершенные и самые дорогие на сегодняшний день солнечные модули обладают эффективностью фотоэлектрического преобразования до 44%. Они представляют собой многослойные структуры из разных полупроводников последовательно выращенных друг на друге слой за слоем. Наиболее успешной является структура состоящая из трех слоев: Ge (нижний полупроводник и подложка), GaAsи GaInP. Благодаря тому, что в подобной комбинации каждый отдельный полупроводниковый слой поглощает наиболее эффективно свой определенный диапазон солнечного спектра (определяемый шириной запрещенной зоны полупроводника), достигается наиболее полное поглощение солнечного света во всем диапазоне длин волн, недостижимое для СБ состоящих из одного типа

полупроводника. К сожалению, процесс изготовления подобных многослойных полупроводниковых слоев очень сложен технически и, как следствие, весьма дорог.

Если солнечные батареи стоят очень дорого, фокусировка солнечного излучения на меньшей площади СБ может применяться как эффективный способ снижения финансовых затрат. Например, собрав при помощи линзы солнечный свет с 10 см2 и сфокусировав его на 1 см2 солнечной батареи, можно получить тоже количество электроэнергии, что и от элемента площадью 10 см2 без концентратора, но экономя при этом целых 90% площади! Но при этом, набор подобных ячеек (солнечная батарея + линза) должен быть смонтирован на подвижной механической системе, которая будет ориентировать оптику в направлении солнца в то время как оно движется по небу в течении дня, что увеличивает стоимость системы.

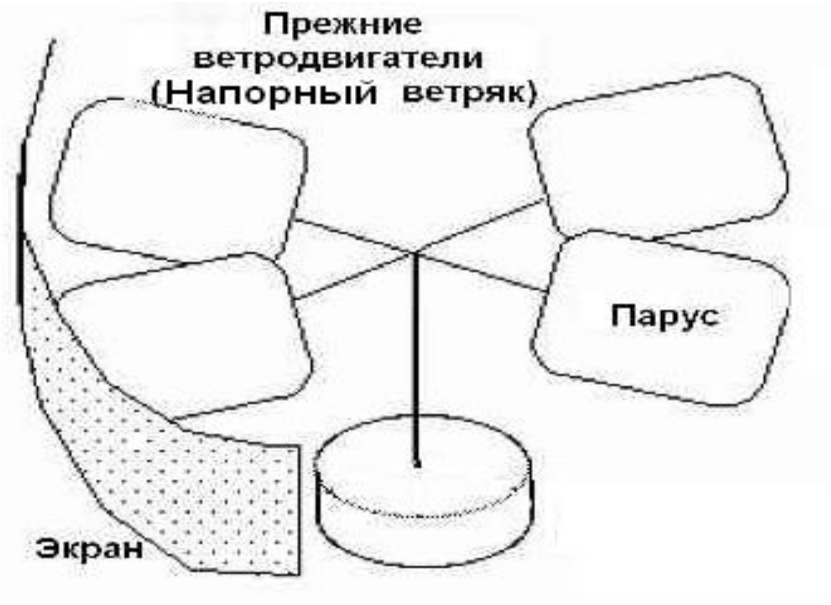
В настоящее время экономически оправдано использовать подобные дорогие концентраторные солнечные модули только в тех странах и регионах земного шара, где круглый год имеется в достатке прямое солнечное излучение (рассеянное излучение не может быть сфокусировано линзой). Так, французская фирма-производитель концентраторных СБ SOITEC устанавливает свои СБ в Калифорнии, ЮАР, на юге Франции (Прованс), в Испании.

Органические солнечные батареи и модули фотосенсибилизованные красителем

Но есть и новый тип тонкопленочных солнечных батарей, такой как сенсибилизированные красителем солнечные элементы, которые работают на совершенно ином принципе, чем все модули рассмотренные выше, на принципе больше напоминающем фотосинтез у растений. Но их пока нет в коммерческой продаже.

1.2.2. Генераторы на основе энергии ветра

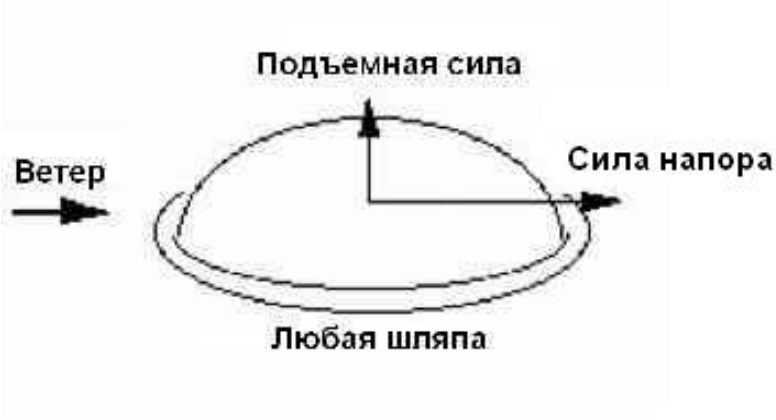
Лопасти ротора ветротурбины получают мощность от ветра, замедляя его. Они оказывают сопротивление ветру, и ветер налегает на них с той же силой.

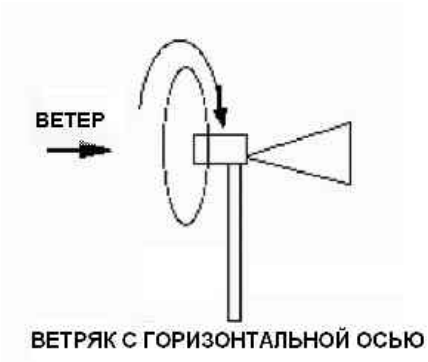


Тела в воздушном потоке создают силу, направленную против вектора скорости, называемую лобовым сопротивлением.

Сила напора использовалась в самых ранних ветряках. Легко представить себе, как эта сила заставляет двигаться щиты, но такие ветряки очень тихоходны и лопасти, которые перемещаются против ветра, противодействуют вращению. В аэродинамике сила напора правильно называется силой по скорости полета. Силу напора часто называют силой лобового сопротивления. Пользуясь этим термином, не надо забывать, что сила лобового сопротивления на самом деле направлена в другую сторону, против ветра.

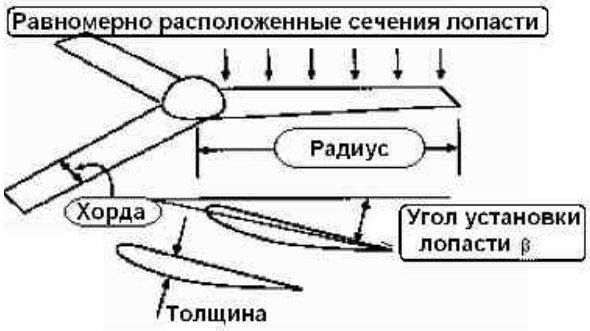
Напор — сила ветра, направленная по направлению потока. Но есть и другая сила, называемая ‘подъемной силой’ которая всегда направлена под прямым углом к направлению ветра.





Лопасти ветряка с горизонтальной осью не могут двигаться по направлению ветра, таким образом, они не могут получить никакой пользы от силы напора. Вместо этого они используют подъемную силу.

При расчете лопасти необходимо определить ширину хорды и угол установки лопасти β в нескольких сечениях по длине лопасти. В каждом сечении необходимо определить правильную форму лопасти, чтобы получить лучшее усилие (подъемную силу) от каждой порции ветра, с которой это сечение будет иметь дело.



Скорость набегания потока, которую лопасть ‘ощущает’, будем называть истинным ветром. Она определяется скоростью (величиной и направлением) встречи лопасти с молекулами воздуха.

Окружную скорость лопасти необходимо прибавить к скорости ветра, чтобы получить скорость набегания потока, истинный ветер, создающей подъемную силу. Окружная скорость обуславливает силу действую на лопасть в плоскости вращения.

Сила напора направлена против движения лопасти.

Подъемная сила помогает движению лопасти.

Обе силы воздействуют на лопасть и, в свою очередь, сами замедляют ветер.

Вычисление Подъемной Силы И Силы Напора

Подъемная сила

$$Y = c_y \frac{\rho S}{2} V^2$$

Сила напора

$$X = c_x \frac{\rho S}{2} V^2$$

Где:

ρ — плотность воздуха 1,29кг/м3 При 0оС на уровне моря.

S — площадь лопасти м2,

V — скорость набегания потока м/с.

Подъемная сила и сила лобового сопротивления зависят от коэффициентов подъемной силы c_y и коэффициента лобового сопротивления c_x, которые в свою очередь зависят от примененного в лопасти профиля и угла атаки α, под которым поток ударяет в лопасть.

Самостоятельное изготовление ветрогенератора

Прежде всего, необходимо определиться с мощностью мини электростанции. От этого базового показателя будет завесить диаметр ветряного колеса и количество лопастей. Зависимость диаметра колеса от потребной мощности при заданном числе лопастей приведены в таблице ниже. Данные актуальны для средней скорости ветра 4 м/с.

Мощность, Вт	Диаметр ветроколеса при числе лопастей, м					
	2	3	4	6	8	16
10	2	1,64	1,42	1,16	1	0,72
20	2,82	2,32	2	1,64	1,42	1
30	3,44	2,82	1,44	2	1,72	1,22
40	4	3,28	2,84	2,32	2	1,42
50	4,48	3,68	3,18	2,6	1,24	1,58
60	4,9	4	3,48	2,84	2,44	1,74
70	5,3	4,34	3,76	3,08	2,64	1,88
80	5,66	4,64	4	3,28	2,82	2
90	6	4,92	4,26	3,48	3	2,12
100	6,34	5,2	4,5	3,68	3,16	2,24
300	10,94	8,98	7,76	6,34	5,46	3,88
500	14	11,48	9,94	8,16	7	5

Как видно из таблицы, практически осуществимым собственными силами является строительство ветрогенератора мощностью примерно до ста Ватт.

Самым очевидным решением представляется лопасть парусного типа, то есть плоский профиль на подобие «крыльев» ветряных мельниц. Такие лопасти чрезвычайно просты в изготовлении и могут быть без труда сделаны из любого достаточно прочного материала – жести, фанеры, пластика и т.д. Однако самое очевидное решение далеко не всегда самое оптимальное. Дело в том, что во

вращении ветряного колеса с лопастями парусного типа не задействованы аэродинамические силы, вращение осуществляется только за счет давления ветрового потока. Эффективность такой конструкции крайне низкая, коэффициент использования энергии ветра (КИЭВ) не превышает 0,1-0,12, то есть в энергию преобразуется не более 10-12% энергии потока ветра. Скорее всего, при слабом ветре такое колесо не сможет вращать само себя, не говоря уже о выработке энергии в количестве, приемлемом для практического использования.

Гораздо более приемлемый вариант – ветряное колесо с лопастями, так называемого крыльчатого профиля. Внутренняя и внешняя стороны такой лопасти имеют разную площадь, благодаря чему создается разница давления воздуха на противоположные стороны крыла. Полученная аэродинамическая сила делает использование ветрового потока гораздо более эффективным, КИЭВ достигает 0,3-0,4

1.3 Финансовые затраты на оплаты электроэнергии

Данные о тарифах за электроэнергию взяты с официального сайта Управления энергетики и тарифов Липецкой области http://www.energy48.ru/dlja_grazhdan/tarify

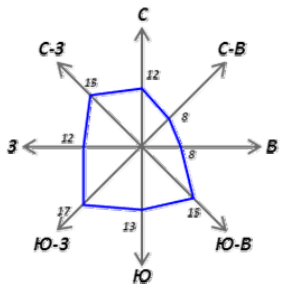
Согласно представленных расчетов, а так же информации о тарифах предыдущих периодов принят ежегодный коэффициент увеличения тарифа 10%

Тариф		**Год**	**Потребленная электроэнергия, кВт/год**	**Годовые затраты**	**Накопительный итог**
январь	**июль**				
1,98	**2,07**	**2015**	**2400**	**4860,00р.**	**4860,00р.**
2,07	**2,28**	**2016**	**2400**	**5216,40р.**	**10076,40р.**
2,28	**2,50**	**2017**	**2400**	**5738,04р.**	**15814,44р.**
2,50	**2,76**	**2018**	**2400**	**6311,84р.**	**22126,28р.**
2,76	**3,03**	**2019**	**2400**	**6943,03р.**	**29069,31р.**
3,03	**3,33**	**2020**	**2400**	**7637,33р.**	**36706,64р.**
3,33	**3,67**	**2021**	**2400**	**8401,06р.**	**45107,71р.**
3,67	**4,03**	**2022**	**2400**	**9241,17р.**	**54348,88р.**
4,03	**4,44**	**2023**	**2400**	**10165,29р.**	**64514,17р.**
4,44	**4,88**	**2024**	**2400**	**11181,82р.**	**75695,98р.**

1.4 Анализ эффективности использования ветрогенераторов.

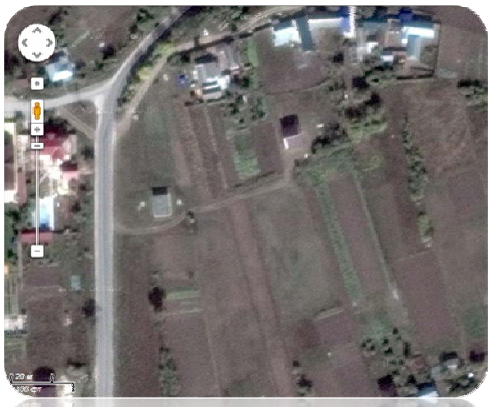
1.4.1 Анализ силы и направления ветра

Местоположение метеостанции	Среднегодовая скорость ветра (на высоте 10м)	Средняя скорость ветра (м/с)				Максимальная скорость ветра (м/с)
		Зима	Весна	Лето	Осень	
Липецк	4,1	4,6	4,2	3,6	4,1	23
Елец	2,2	2,5	2,3	1,8	2,1	22
Лев Толстой	3,4	3,8	3,5	3	3,5	19
Хлевное	2,7	3	2,7	2,2	2,8	23

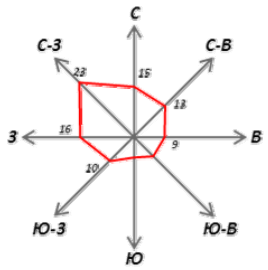


январь

РОЗА ВЕТРОВ



Расположение дома относительно сторон света



июль

1.4.2 Основные параметры для выбора ветрогенераторов

	ВЭУ-1/4	ВЭУ-3/7	ВЭУ-10/7
Диаметр ветродвигателя	4 м	7 м	7м
Рабочий диапазон скоростей ветра	3-30 м/с	3-40 м/с	3-40 м/с
Минимальная скорость ветра для выработки максимальной мощности	1 кВт / 8 м/с	3 кВт / 7,5 м/с	10 кВт / 11 м/с
Вырабатываемая мощность при скорости ветра 3-4 м/с	0,15 кВт	0,8 кВт	1 кВт
Среднемесячная вырабатываемая мощность	150-200 кВт*ч	500-700 кВт*ч	1-2 мВт*ч

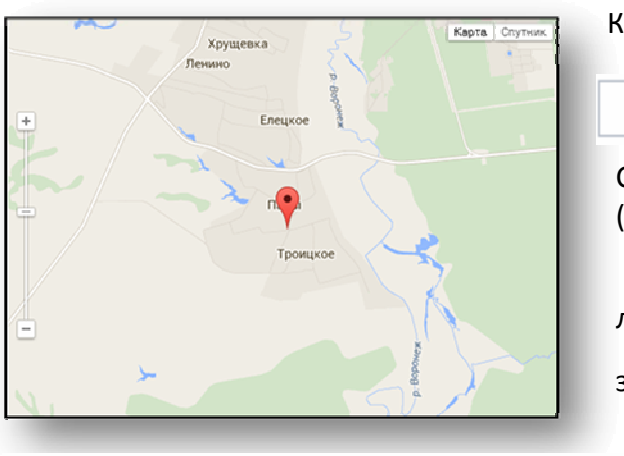
1.4.3 Комплектация и стоимость ветрогенераторов

	ВЭУ-1/4	ВЭУ-3/7	ВЭУ-10/7
Ветрогенератор	39000	149000	**279000**
Мачта, 8 м	10000	10000	**24000**
Аккумуляторная батарея, гелевая, 200 А/ч	22000	24000	**72000**
Инвертор + контроллер	10000	20000	**27000**
ВСЕГО	81000	203000	**402000**

1.5 Анализ эффективности использования солнечной энергии.

1.5.1 Исследование среднемесячной выработки электроэнергии

Расчет проводился по методике, представленной на сайте: http://www.helios-house.ru



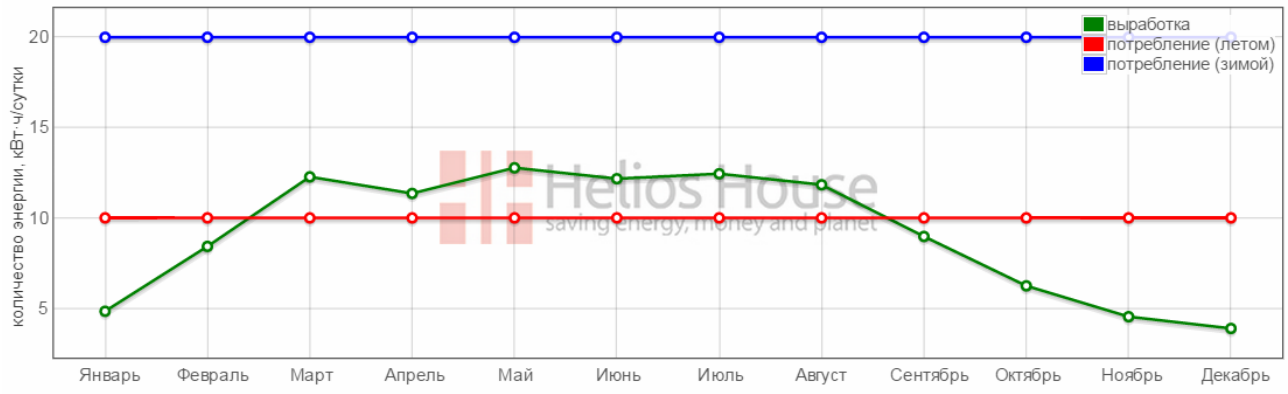
Координаты

52,504 с.ш. 39,505 в.д.

Среднее потребление (кВт*ч / сутки)

летом – 10 кВт*ч/сутки

зимой – 15 кВт*ч/сутки



Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь
4.83	8.42	12.27	11.35	12.77	12.17	12.44	11.83	8.97	6.24	4.53	3.88

Среднегодовая выработка электроэнергии: **9.14** кВт·ч/сутки. Суммарная выработка электроэнергии за год: **3336.80** кВт·ч.

1.5.2 Комплектация и стоимость солнечных батарей

	Кол-во, шт.	**Цена, руб.**	**ВСЕГО, руб.**
Солнечная батарея	8	12500	125000
Аккумуляторная батарея, гелевая, 200 А/ч	1	18500	18500
Инвертор + контроллер, мощность 4,5 кВт	1	33000	33000
ВСЕГО			**151500**

Заключение

1) Из основных причин внедрения альтернативных источников энергии в частных домах актуальной является только снижение затрат на оплату электроэнергии.

2) Из рассмотренных технологий экономически выгодным является применение ветрогенераторов мощностью не менее 2 мВт, питающих не менее 10 домов. В этом случае, при сроке эксплуатации дома более 10 лет возникает реальная экономия денежных средств.

3) Солнечные батареи можно применять в качестве резервного источника питания небольшой мощности, но в случае снижения цены на такие системы экономическая выгода может сравниться с выгодой от ветрогенераторов.

Список информационных источников

1. Благодер В. Альтернативная энергетика: Новые мощности для экономического прорыва//Коммерсант 2013 от 21.03 с.15
2. Павленко С.В., Бегом от дефицита электроэнергии.// ТЭК Кубани. 2009. № 4 с.3
3. Павленко С.В., Альтернативная энергетика – стратегическое развитие России.// Академия. 2009. № 2