|  |
| --- |
| МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ И МОЛОДЁЖНОЙПОЛИТИКИ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ |
| ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ«СЛАВЯНСКИЙ ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ТЕХНИКУМ» |

**НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА**

**«Жизнь в стиле ЭКО»**

Экология и экономика. Наилучшие доступные технологии в решении экологических проблем

Проектная работа по теме: «Энергия ветра – как альтернативный источник электроэнергии на территории Краснодарского края»

|  |
| --- |
| Автор:Савинцов Кирилл Александрович, студент группы ЭС-21-1 поспециальности 13.02.03Электрические станции, сети и системы |
| Научные руководители:Тарасова Анна Ивановна, куратор ГБПОУ КК СЭТ, |

г. Славянск-на-Кубани, 2024 г.

|  |  |
| --- | --- |
| СОДЕРЖАНИЕ |  |
| ВВЕДЕНИЕ | 3 |
| 1. ГЛОБАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГЕТИКИ МИРА И ПУТИИХ РЕШЕНИЯ | 5 |
| 1.1 История использования энергии ветра | 5 |
| 1.2 Ветроэнергетика в России | 6 |
| 2. ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ РАЗВИТИЯВЕТРОЭНЕРГЕТИКИ | 8 |
| 2.1 Географическое положение | 8 |
| 3. УСТРОЙСТВО ВЕТРОВЫХ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК. | 9 |
| 3.1. Виды ветроустановок | 9 |
| 3.1.1 По конструктивному исполнению | 9 |
| 3.1.2 По месту размещения | 10 |
| 3.1.3 По схеме работы | 11 |
| 3.2 Малые ветрогенераторы | 12 |
| 4. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ВЕТРОЭНЕРГЕТИКИ | 13 |
| 5. НЕДОСТАТКИ ВЕТРОЭНЕРГЕТИКИ | 14 |
| 6. ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ ПРОЕКТА. ЭКСПЕРИМЕНТ ПОСОЗДАНИЮ ВГ | 15 |
| ЗАКЛЮЧЕНИЕ | 18 |
| СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ | 19 |

ВВЕДЕНИЕ

Краснодарский край является интенсивно экономически развивающимся регионом. По активности строительства жилищных и промышленных объектов он относится к лидерам в России. Одновременно край испытывает серьезнейший дефицит энергии, производимой на его территории. По энергообеспеченности Краснодарский край постоянно занимает последнее и предпоследнее места среди других регионов. Даже строительство новой ТЭС перед олимпиадой в Сочи и увеличение мощностей Краснодарской ТЭЦ не смогли изменить эту ситуацию.

Также территория Краснодарского края является рекреационной зоной, ценнейшим экологическим объектом, где строительство углеродосжигающих электростанций нежелательно, вследствие высокой степени загрязнения ими окружающей среды. Строительство АЭС тоже недопустимо из-за сейсмической активности территории. Поэтому я в своей работе решил рассмотреть возможности «альтернативных» источников электроэнергии, в частности ветровой энергии, т.к. ветроэнергетический потенциал территории края велик.

# Актуальность темы

Проблема исчерпания природных ресурсов и ухудшения экологии Земли сегодня является одной из самых актуальных. Запасы полезных ископаемых с большой скоростью сводятся к нулю.

# Цели проекта

Раскрыть выгоду использования альтернативного источника энергии, способствовать популяризации альтернативных источников, создать модель ветрогенератора.

# Задачи*:*

1. Проанализировать розу ветров Краснодарского края (оценить скорость ветра в разные сезоны, порывистость);
2. Определить достоинства и недостатки ветрогенератора, понять принцип его работы;
3. Разработать инструкцию по созданию альтернативного источника и собрать ветрогенератор своими руками,
4. Определить назначение данного источника энергии для конкретного потребителя.
5. Исследовать экологическое воздействие ветрогенераторов на окружающую среду.

# Гипотеза

Альтернативная энергетика, построенная на использовании возобновляемых источников энергии, может стать той путеводной звездой, которая решит проблему экологии и исчерпаемости топливных ресурсов.

# 1 Глобальные проблемы энергетики мира и пути их решения

1.1 История использования энергии ветра

В современном мире активно добываются топливные полезные ископаемые, строятся новые и новые электростанции, мировая экономика развивается невиданными темпами, народное хозяйство требует все больше сырья и топлива. Один энергетический кризис сменяет другой.

В настоящее время основы мировой энергетики базируется на невозобновимых источниках энергии — горючих органических и минеральных ископаемых, а также на энергии рек и атома. В качестве главных энергоносителей выступают нефть, газ и уголь. Ближайшие перспективы развития энергетики связаны с поисками лучшего соотношения энергоносителей с попытками уменьшить долю органического топлива в мировом энергетическом балансе.

Мировое сообщество пугает перспектива истощения топливных ресурсов. Ограниченность природных запасов углеводородного сырья составляют сегодня главный стержень глобальной энергетической проблемы.

Человечество уже сегодня вступило в переходный период — от энергетики, базирующейся на органических природных ресурсах, которые ограничены, к энергетике на практически неисчерпаемой основе (энергия волн и приливов, солнечная радиация, тепло Земли и т. д.). Для этого периода характерны развитие энергосберегающих технологий и всемерная экономия энергии, а также использование нетрадиционных видов энергетики, в частности энергии ветра.

Самым первым применением энергии ветра, известном сегодня, считается использование паруса для приведения в движение лодок и кораблей.

Но парус не предназначался для извлечения из него иной механической энергии кроме движения судов.

В Древнем Египте за три с половиной тысячи лет до нашей эры применялись ветровые двигатели для подъема воды и размола зерна. За

пятьдесят с лишним веков ветряные мельницы почти не изменили свой облик. Например, в Англии имеется мельница, построенная в середине XVII в. Несмотря на свой преклонный возраст, она исправно трудится и по сей день. В России до революции насчитывалось приблизительно 250 тыс. ветряных мельниц, общая мощность которых составляла около 1,5 млн. кВт. На них размалывалось до 3 млрд. пудов зерна в год.

Наступил такой этап развития технологии, когда стали строить электрогенераторы. И в Дании в 1890 году построили первый ветрогенератор для производства электричества. Между 1920 и 1930 годами ветровые генераторы стали появляться в Австралии и США. В 1937 году в Крыму была построена крупнейшая в мире, как говорили тогда, ветроэлектрическая станция. Она действительно была внушительных размеров, но ток, который ветрогенератор давал в электрическую сеть Севастополя, мощностью своей не превышал 100 кВт.

1.2 Ветроэнергетика в России

Первая ветровая электростанция на территории России была построена в СССР в 1931 году, для своего времени она была самой мощной в мире. Однако жесткая ориентация на большую гидроэнергетику и угольно-ядерную стратегию надолго затормозило развитие ветроэнергетики. Выпускаемые единственным предприятием СССР «Ветроэн» ветроустановки не отвечали современным требованиям и представлениям высоких технологий ветроэнергетической индустрии. Толчком для дальнейшего продвижения и создания ветроэнергетического оборудования стала федеральная научно-техническая программа «Экологически чистая энергетика». Для участия и получения финансирования были отобраны лучшие проекты ветроэнергетических установок различных классов по мощности. Были разработаны проекты ветроагрегатов мощностью до 30 кВт , 100 кВт, 250 кВт, и даже 1250 кВт.

Начавшаяся перестройка, развал экономики и прекращение финансирования по программе не позволила довести указанные проекты до

коммерческого уровня. Почти все проекты остались на уровне опытных и макетных образцов.

В настоящее время Россия имеет малую, по сравнению с мировыми лидерами, суммарную установленную мощность ВЭС.

Крупнейшая — Кочубеевская ВЭС (210 МВт, Кочубеевский район);

Самый крупный парк ветроэлектростанций России находятся в Ростовской области - суммарной установленной мощностью 560 МВт: Сулинская, Каменская и Гуковская ВЭС, каждая мощностью 100 МВт, первая очередь Казачьей ВЭС мощностью 50 МВт, Марченковская ВЭС мощность 120 МВт и Азовская ВЭС мощностью 90 МВт.

В Республике Крым ветроэнергетический комплекс общей мощностью 83,81 МВт. В изолированных зонах энергоснабжения (НАО, ЧАО, Республика Саха, Камчатский край) ВЭС общей мощностью 9,96 МВт.

Разрабатываются проекты следующих станций:

Азовская ВЭС (90 МВт) — запущена

Ленинградская ВЭС (Ленинградская область, 75 МВт) Калининградская морская ВЭС (50 МВт)

Морская ВЭС (Карелия, 30 МВт)

Приморская ВЭС (Приморский край, 30 МВт) Магаданская ВЭС (Магаданская область, 30 МВт) Чуйская ВЭС (Республика Алтай, 24 МВт)

Усть-Камчатская ВДЭС (Камчатская область, 16 МВт) Новиковская ВДЭС (Республика Коми, 10 МВт) Дагестанская ВЭС (Дагестан, 6 МВт)

Анапская ВЭС (Краснодарский край, 5 МВт)

Новороссийская ВЭС (Краснодарский край, 5 МВт) Валаамская ВЭС (Карелия, 4 МВт)

В стране существуют десятки площадок, где проведены предпроектные исследования и ветромониторинг.

# 2 Физико-географические предпосылки развития ветроэнергетики

2.1 Географическое положение, климатические ресурсы ветроэнергетики Краснодарский край является самым южным регионом Российской

Федерации. Кубань - край двух морей - Азовского и Черного. Из общей протяженности границы – 1540 км – 740 км проходит вдоль моря. Территория края составляет 76 тыс. кв. км. Край делится рекой Кубань на две части: северную - равнинную (2/3 территории) и южную - горную (1/3 территории). Перепады высот над уровнем моря весьма высоки - от 150м на равнине до 3663м в горах. По географическому положению: на окраине страны, вдалеке от крупных электростанций, между двумя морями, край занимает выгодную позицию для развития ветровой энергетики

Так как Краснодарский край расположен в зоне, прилегающей к Кавказским горам, он относится к числу сейсмоопасных районов. Сила подземных толчков может достигать 8 баллов по шкале Рихтера. Часто эпицентр землетрясения находится в Черном море, а сейсмические волны достигают Сочи, Туапсе и даже Краснодара.

Северо-восточная часть Черного моря является одной из энергонесущих зон Азово-Черноморского бассейна и по отношению к другим районам Черного моря характеризуется наиболее интенсивной штормовой деятельностью, что необходимо учитывать при строительстве ветровых электростанций. На протяжении всего побережья сильные ветры наблюдаются ежегодно и во все сезоны. В течение всего года преобладают штормовые ветры северо-восточного и восточного направления. Их среднегодовая повторяемость в море составляет 4,5% для северо-восточных и 1,9% для восточных ветров. Практически все розы ветров северо-восточной части показывают преобладающую повторяемость штормовых ветров северной половины горизонта (до 2,8-3,8%) и восточных (1,3%), реже – южных румбов.

# 3 Устройство ветровых электроустановок.

* 1. Виды ветроустановок

Современные ветроустановки можно разделить на группы по следующим критериям:

* + 1. По конструктивному исполнению

ВЭУ преобразуют кинетическую энергию ветра в электрическую с помощью генератора в процессе вращения ротора. Лопасти ВЭУ используются подобно пропеллеру самолета для вращения центральной ступицы, подсоединенной через коробку передач к электрическому генератору. По своей конструкции генератор ВЭУ напоминает генераторы, используемые в электростанциях, работающих за счет сжигания ископаемого топлива. Огромно разнообразие машин, изобретенных или предложенных для производства энергии за счет ветра, многие из них представляют собой довольно необычные конструкции. Тем не менее, существуют два основных типа современных ВЭУ.

ВЭУ с горизонтальной осью вращения, имеющие две или три лопасти, установленные на вершине башни, - наиболее распространенный тип ВЭУ. Расположение ведущего вала ротора - части турбины, соединяющей лопасти с генератором, - считается осью машины. У турбин с горизонтальной осью вращения ведущий вал ротора расположен горизонтально.

В рабочем состоянии относительно направления воздушного потока ротор турбины может находиться перед опорой - так называемый наветренный ротор или за опорой - подветренный ротор. Чаще всего турбины с горизонтальной осью вращения имеют две или три лопасти, хотя есть и модели с большим числом лопастей.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | https://documents.infourok.ru/a4a0eaca-8abf-476d-bee4-d3fc781ed4f1/0/image003.gif | https://documents.infourok.ru/a4a0eaca-8abf-476d-bee4-d3fc781ed4f1/0/image004.gif | а - многолопастные б - малолопастные |

Рисунок 1.1 - Классификация ветроколес с горизонтальной осью вращения ВК.

У турбин с вертикальной осью вращения (Н-образные) ведущий вал ротора расположен вертикально. Лопасти такой турбины - длинные, обычно дугообразные. Они прикреплены к верхней и нижней частям башни. Благодаря вертикальному расположению ведущего вала ротора Н-образные турбины, в отличие от турбин с горизонтальной осью вращения, "захватывают" ветер, дующий в любом направлении, и для этого им не нужно менять положение ротора при изменении направления ветровых потоков.

Несмотря на свое внешнее различие, турбины с вертикальной и горизонтальной осями вращения представляют собой похожие системы. Кинетическая энергия ветра, получаемая при взаимодействии воздушных потоков с лопастями турбины, через систему трансмиссии передается на электрический генератор. Благодаря трансмиссии генератор может работать эффективно при различных скоростях ветра. Выработанная электроэнергия может использоваться напрямую, поступая в электросеть или накапливаться для более позднего использования.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | https://documents.infourok.ru/a4a0eaca-8abf-476d-bee4-d3fc781ed4f1/0/image007.gif |

Рисунок 1.2 - Роторный ВД с вертикальной осью вращения.

* + 1. По месту размещения

Наземные ВЭС являются традиционными и самыми распространенными ветровыми электростанциями в мире, их строительство и обслуживание является более дешевым.

Наземные ВЭС также делятся по расположению на несколько типов:

* + - 1. расположенные в горах, на холмах и возвышенностях,
			2. равнинные
			3. прибрежные.

Электростанции, расположенные в горах. Показатели скорости ветра в горах значительно выше, чем на равнине. Для строительства ВЭС в этих условиях необходим подьём в горы дорогой тяжелой строительной техники, кранов, с выносом стрелы более 50 метров, что увеличивает затраты на строительство.

Равнинные электростанции обычно строятся в зоне преобладающих ветров.

Прибрежные ВЭС строят возле береговой линии моря или океана, в их работе используется дневной бриз, дующий с моря на сушу и ночной, дующий с суши на море. Береговые ВЭС работают круглосуточно, их относят к наиболее стабильным.

* + 1. По схеме работы Автономная ветросистема

Использование ветрогенератора в автономной системе предполагает генерацию энергии только при помощи ветра, то есть без использования вспомогательных источников энергии. Это самый дешёвый и простой вид генераторов, однако дешевизна оборачивается отсутствием энергоснабжения при недостаточном ветре.

Гибридная энергетическая схема.

Гибридная энергосистема подразумевает использование ВЭУ совместно с другими источниками энергии (солнечные модули, микроГЭС и т. д.). Эти источники энергии дополняют ВЭУ с целью обеспечения бесперебойного электроснабжения потребителя в безветренную погоду.

Ветродизельные системы.

Ветросистема состоит из ВЭУ и дизель - системы с оптимально подобранными мощностями. Обычно дизель используется в сочетании с ВЭУ в случае, когда целью использования последней является экономия дизельного топлива, стоимость которого с учетом расходов на доставку может быть очень высокой.

Ветросолнечные системы.

Электрическая энергия может быть получена за счет преобразования солнечного излучения фотоэлектрическими батареями. Несмотря на довольно высокую, в настоящее время, стоимость ФБ их использование совместно с ВЭУ в некоторых случаях может быть эффективным. Поскольку зимой существует большой потенциал ветра, а летом в ясные дни максимальный эффект можно получить, используя ФБ, то сочетание этих ресурсов оказывается выгодным для потребителя.

Использование ветроустановок совместно с микрогэс.

ВЭУ могут использоваться в комбинации с микрогэс, имеющими резервуар для воды. В таких системах при наличии ветра ветроагрегат питает нагрузку, а излишки энергии используются для закачивания воды с нижнего уровня бьефа на верхний. В периоды ветрового затишья энергия вырабатывается микрогэс. Подобные схемы особенно эффективны при малых ресурсах гидроэнергии.

3.2 Малые ветрогенераторы

Малые ВЭУ могут быть подсоединены к центральной энергосистеме или использоваться автономно, т.е. без подсоединения к общей сети. Связанные с энергосистемой ВЭУ уменьшают потребление коммунальными службами электроэнергии, необходимой для освещения, работы электроприборов и отопления.

Автономные ВЭУ идеально подходят для домов, ферм или общинных хозяйств, находящихся в удалении от высоковольтных линий. При соблюдении определенных условий может быть использована любая модель ветряка.

Малые ВЭУ, обеспечивающие электроэнергией домашнее хозяйство или работу водяных насосов - наиболее интересные примеры использования энергии ветра на отдаленных территориях.

# 4 Экологические аспекты ветроэнергетики

* выбросы в атмосферу. Ветрогенератор мощностью 1 МВт сокращает ежегодные выбросы в атмосферу 1800 тонн СО2, 9 тонн SO2, 4 тонн оксидов азота. По оценкам мировых изданий к 2050 году мировая ветроэнергетика позволит сократить ежегодные выбросы СО2 на 1,5 миллиарда тонн.
* низкочастотные колебания, передающиеся через почву, вызывают ощутимый дребезг стёкол в домах на расстоянии до 60 м от ветроустановок мегаваттного класса. Как правило, жилые дома располагаются на расстоянии не менее 300 м от ветроустановок. На таком расстоянии вклад ветроустановки в инфразвуковые колебания уже не может быть выделен из фоновых колебаний.
* при эксплуатации ветроустановок в зимний период при высокой влажности воздуха возможно образование ледяных наростов на лопастях. При пуске ветроустановки возможен разлёт льда на значительное расстояние. На территории устанавливаются предупредительные знаки на расстоянии 150 м от ветроустановки. Кроме того, в случае лёгкого обледенения лопастей были отмечены случаи улучшения аэродинамических характеристик профиля.
* визуальное воздействие ветрогенераторов - субъективный фактор. Для улучшения эстетического вида ветряных установок во многих крупных фирмах работают профессиональные дизайнеры. Ландшафтные архитекторы привлекаются для визуального обоснования новых проектов.
* турбины занимают только 1 % от всей территории ветряной фермы. На

99 % площади фермы возможно заниматься любой деятельностью, что и происходит в густонаселённых странах. Землю можно сдавать в аренду, что позволяет получать дополнительный доход.

* металлические сооружения ветроустановки, особенно элементы в лопастях, могут вызвать значительные помехи в приёме радиосигнала. Чем крупнее ветроустановка, тем больше помех она может создавать. В ряде случаев для решения проблемы приходится устанавливать дополнительные ретрансляторы.

# 5 Недостатки ветроэнергетики

Недостатки и проблемы ветроустановки тоже имеются:

* ветер дует почти всегда неравномерно. Это значит, что и генератор будет работать неравномерно, отдавая то большую, то меньшую мощность, ток будет вырабатываться переменной частотой, а то и полностью прекратится, и притом, возможно, как раз тогда, когда потребность в нем будет наибольшей. И в итоге любой ветроагрегат работает на максимальной мощности лишь малую часть времени, а в остальное время он либо работает на пониженной мощности, либо просто стоит. Для выравнивания отдачи тока применяют аккумуляторы.
* чтобы получить мощность ветроустановки 1МВт, требуется диаметр ветроколеса порядка 60 м. Отсюда и большая материалоемкость ветроэнергетики. По удельной материалоемкости (металлоемкости) ветроустановки на два порядка превышают тепловые энергоустановки равноценной мощности.
* ветровые турбины очень шумные. При проектировании необходимо учитывать расположение близлежащих домов, отступив от них на соответствующее расстояние.
* ветроустановки создают угрозу гибели перелетных птиц, поэтому орнитологическая экспертиза является обязательной для ветростанций во всем мире, площадки выбирают в стороне от путей миграции птиц.
* ветровая энергетика само по себе нестабильна и не так предсказуема, как другие виды. Сегодня с точностью 95% составляются прогнозы почасовой выдачи энергии в течение дня. Этот высокий показатель позволяет улучшить качество работы и надежность станции.

# 6 Практическая часть проекта

Изучив преимущества альтернативных источников энергии, я сконструировал макет ветроустановки на Азовском побережье, используя шаговый двигатель, конденсатор, диодный мост, подшипник. Получилось наглядно – «участок для отдыхающих обеспечен электроэнергией», конечно, при установки аккумуляторной и трансформатора. Затем вместе с мастером производственного обучения перешел к созданию модели роторного ветрогенератора и расчету количества электроэнергии, вырабатываемой им.

Мы решили сделать роторный ветрогенератор с вертикальной осью вращения.

Сначала мы определились с элементами и материалами для исследования, которых понадобилось достаточно много:

* автомобильный аккумулятор на 12 V;
* генератор постоянного тока от лазерного принтера;
* автоматический выключатель;
* преобразователь-инвертор 700 W – 1500 W и 12V – 220V;
* автомобильное реле контрольной лампы заряда или зарядки аккумулятора;
* болты с гайками и шайбами;
* провода сечением 4 квадратных мм и 2,5 квадратных мм;
* два хомута для закрепления генератора на мачте;
* датчик освещенности Фотореле;
* прожектор для уличного освещения.

В процессе выполнения работ нам также понадобились болгарка или ножницы по металлу, строительный карандаш, рулетка, кусачки, сверло, дрель, ключи и отвертка.

Достоинства этой модели таковы:

* экономична;
* элементы легко можно поменять на новые или отремонтировать;
* особые условия для функционирования не нужны;
* надежная в эксплуатации;
* обеспечивает полный акустический комфорт.

Недостатки тоже имеются, но их не так уж много: производительность этого устройства не слишком высока, и у него имеется значительная зависимость от внезапных порывов ветра. Воздушные потоки могут попросту сорвать импровизированный пропеллер.

В итоге нам удалось создать ветрогенератор. Напряжение, которое мы получили, раскручивая его руками, оказалось достаточным для свечения светодиода. Затем мы усовершенствовали ветрогенератор, установив повышающий преобразователь напряжения. После этого мы проверили наш ветряк с помощью вентилятора, и убедились, что наше изобретение работает. Также мы посчитали экономическую выгоду проекта. Наше устройство является очень полезным. Оно может выручить в условиях отсутствия электричества. Но самое главное, что изготовленный нами ветрогенератор не вредит окружающей среде и сберегает ценные природные ресурсы. Модель впоследствии может быть использована в бытовых целях, для преобразования энергии ветра в электрическую при увеличении соответственно размеров ветрогенератора и установки мощной генерирующей аппаратуры. Электроснабжение бытового объекта допустимо при гибридном методе использования ветрогенератора, т.е.

«подпитывать» существующую сеть в целях экономии потребляемой электроэнергии, в связи с чем эффективно использовать аккумуляторные батареи и инвертор для преобразования постоянного тока в переменный промышленной частоты и напряжения.

Кроме того, в связи с увеличением количества электромобилей потребуется всё больше мест для их зарядки. Я размышлял над этим и пришёл к выводу, что вдоль дорог можно было бы установить зарядные станции, работающие на таких ветрогенераторах, как наш. Получилась бы «экологичная» заправка для «экологичных» автомобилей.

Экономическое обоснование ВЭС.

В целом ветряные генераторы в процессе эксплуатации не потребляют ископаемого топлива. Работа ветрогенератора мощностью 1 МВт за 20 лет позволяет сэкономить примерно 30 тыс. тонн угля или 92 тыс. баррелей [нефти](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%B5%D1%84%D1%82%D1%8C).

Срок окупаемости ВЭС – несколько лет (до 7), но после этого она будет давать чистую прибыль около 20 лет.

Себестоимость электроэнергии производимого [ветрогенераторами](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%B5%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B3%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B0%D1%82%D0%BE%D1%80) зависит от скорости ветра.

Южный федеральный округ перспективен для ветроэнергетики со среднегодовыми скоростями ветра выше 7 м/с. Кроме того, Краснодарский край занимает одно из первых мест среди регионов России по дефициту электроэнергии. Поэтому, именно здесь сосредоточены крупнейшие ветроэнергетические проекты.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При выполнении проекта:

* изучил информацию о ветроэнергетике в России и за рубежом, но, к сожалению, в нашей стране ветроэнергетические установки используются редко;
* определил преимущества ветроэнергетики:

а) независимость от ископаемых ресурсов;

б) использование абсолютно бесплатного источника энергии; в) экологическая чистота;

г) возможность устанавливать в местах, где есть мощные потоки ветра и куда невозможно доставить электроэнергию.

* оценил уровень экологических аспектов и недостатков ветроэнергетики;
* изучил принцип работы ветрогенератора, разработал и создал его действующую модель;
* определил назначение данного источника энергии для конкретного потребителя (ветрогенератор можно использовать для коттеджей, ферм, дачных домиков, для малых производств в отдаленных районах, где центральная электросеть отсутствует).

Следует отметить, что ветровые турбины считаются долговечными. Многие турбины производят энергию с начала 1980-х годов. Опыт мировых партнеров – это использование ветряных электростанций в течение нескольких поколений.

Использование альтернативных источников энергоснабжения решит проблему экологии и исчерпаемости топливных ресурсов, а также привлечет большее количество отдыхающих на благоустроенное побережье Азовского моря.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

«Башня из ветроэнергетических модулей», Л. Хаскин, «Наука и Жизнь», 2017 год.

Безруких П.П. Экономические проблемы нетрадиционной энергетики / Энергия: Экон., техн., экол. 2018.

Григораш О.В. Возобновляемые источники электроэнергии. Краснодар, КубГАУ, 2019.

Дьяков А.Ф., Прокуроров Н.С., Перминов Э.М. Калмыцкая Опытная ветровая электростанция / Электрические станции 2020.

Кубанские новости: Андрей Буренин о том, как в Краснодарском крае решается проблема энергодефицита.

АРВЭ: об отрасли ВИЭ.

NOVA SUN: Ветряные электростанции в Крыму.