

Министерство образования и науки Российской Федерации
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г.ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра метеорологии и климатологии

Ветроэнергетические ресурсы Оренбургской области

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

Студентки 5 курса 521 группы

по направлению 05.03.05

Прикладная гидрометеорология

Географического факультета

Кормилицына Татьяна Юрьевна

Научный руководитель,

профессор д.г.н., доцент

А.Б. Рыхлов

Заведующий кафедрой,

д.ф.-м.н

М.Б. Богданов

Саратов 2016 год

Введение. Темой данной дипломной работы является-« Ветроэнергетические ресурсы Оренбургской области»

Энергия ветра людьми используется с давних времен. Достаточно привести в пример парусный флот или ветряные мельницы, которых в досоветские времена только в России было четверть миллиона. Желание человечества «запрячь ветер в упряжку» и заставить его вырабатывать электрический ток вполне очевидно и понятно, ведь ветер есть везде, он дует, и зимой, и весной, и летом, и днем, и ночью.

Целью дипломной работы являлась оценка потенциала ветроэнергетических ресурсов и условий эксплуатации ВЭУ в Оренбургской области.

В контексте сформулированной цели решались и решили следующие задачи:

- изучили современные подходы для оценки ветроэнергетического потенциала территории;
- получили аналитические выражения позволяющие надежно определить потенциальные ветроэнергетические ресурсы;
- рассчитали среднегодовой удельную мощность ВЭУ в различных районах Оренбургской области.

В качестве исходных данных использованы материалы из справочника по климату СССР.

Результаты полученные в настоящей работе позволяют значительно улучшить решение ветроэнергетических задач и, следовательно, повышению экономической эффективности использования энергии ветра в разных отраслях промышленности.

Основное содержание работы. Во первых в дипломной работе оценили состояние ветроэнергетики. Ветроэнергетика в настоящее время – это одна из быстроразвивающихся отраслей мировой электроэнергетики. Ветровая энергетика постоянно демонстрирует высокую динамику роста.

Ветер как экологически чистый и безопасный энергоисточник пользуется преимуществами в энергоиспользовании в сравнении с невозобновляемыми энергетическими ресурсами и имеет политическую и административную поддержку. Правительства, многие международные организации и крупные фирмы также оказывают значительную поддержку.

Так, в США поставлена задача довести мощность ВЭУ к 2020 году до 120 тыс. МВт. Подобный рост мощности ВЭУ планируется в Евросоюзе. Рост мощностей в Китае был стимулирован ожиданием принятия закона по возобновляемой энергетике, вступившего силу с 01.01.2006 года.

В большинстве стран ЕС действуют законодательные инициативы по развитию рынка возобновляемых источников энергии. С середины 70-тых годов прошлого века по настоящее время в мире сменилось 8 поколений ВЭУ, предназначенных для работы в составе электроэнергетических систем. Каждое из поколений ВЭУ отличается от предыдущих, как правило: большей единичной мощностью от 20-30 кВт у ВЭУ первого поколения до 4500 - 6000 кВт у ВЭУ.

Россия обладает самым большим мировым ветропотенциалом. Ресурсы в этой отрасли определены в 10,7 ГВт, а технический потенциал ветровых электростанций оценивается в 2 469,4 млрд. кВтч в год. Энергетические ветровые зоны в России расположены в основном на побережье и островах Северного Ледовитого океана от Кольского полуострова до Камчатки, в районах Нижней и Средней Волги и Дона, на побережье Каспийского, Охотского, Баренцева, Балтийского, Черного и Азовского морей, в Карелии, на Алтае, в Туве, на Байкале. На 70% территории нашей страны единственными источниками энергии являются дизельные или бензиновые электростанции.

Сегодня Россия получает 16,8 МВт мощности от ветропарков. Крупнейшая ветроэлектростанция находится в районе поселка Куликово Зеленоградского района Калининградской области, другие большие электростанции есть на Чукотке, в Башкортостане, Калмыкии и Коми. На

юге, северо-западе и востоке страны есть площадки, готовые для строительства ветропарков, мощностью около 2500 МВт.

Экономический ветровой потенциал России оценивается в 40 млрд кВтч электроэнергии в год, т.е. 20000 МВт. Одна ветроустановка мощностью 1 МВт при среднегодовой скорости ветра 6 м/с дает экономию 1 тыс. т у.т. в год. В РАО «ЕЭС России» имеются проектные разработки и ведется создание первоочередных, в том числе демонстрационных, энергетических комплексов с использованием ветровой энергии.

Вопросами разработки ВЭС малой мощности занимается Новосибирский государственный технический университет (НГТУ), где на кафедре электромеханики разработан ряд многополюсных синхронных генераторов с возбуждением от посторонних магнитов оригинальной конструкции. На основе разработанных генераторов спроектирован ряд ветроэлектростанций мощностью от 0,2 до 10 кВт.

В регионах России к 2030 году будет построено 16 ветряных электростанций (ВЭС). Такие данные содержатся в схеме территориального планирования в энергетике России до 2030 года.

В данной работе рассмотрели методы оценки ветроэнергетических ресурсов. Приведен перечень климатических характеристик необходимых для проектирования, строительства и эксплуатации ВЭУ.

Для решения задач об оценке ветроэнергетического потенциала и возможного вклада его в ресурсосбережение и экологию региона необходимо иметь представление об особенностях распределения характеристик ветрового режима во времени и по территории. Следовательно, информация о ветре в каких-то точках, полученную по данным метеостанций, следует использовать с учетом однородности рассматриваемой территории, если местоположение точек не отличается от местоположения соответствующих метеорологических станций, то данные метеостанций можно распространять на расстояния до 50 километров и даже более.

Данные вычисления можно произвести с использованием справочников по климату, где помещены таблицы повторяемостей различных градаций скоростей ветра. Разумеется, полученные оценки средних значений удельной мощности следует относить к тому пункту, где произведены метеорологические наблюдения. При использовании этих данных в качестве V_n берется значение скорости ветра для середины градации.

Для оценки утилизируемых ветроэнергетических ресурсов необходимо учесть, что ветродвигатель не одинаковым образом реагирует на различные скорости ветра. Поэтому вместо реальной скорости ветра V следует ввести утилизируемую скорость ветра u , т. е. написать

$$N = \frac{1}{2} \rho u^3 \quad (1)$$

Именно при малых скоростях ветра $V < V_0$, где V_0 так называемая скорость трогания, ветровое колесо вообще не вращается, так что при таких V нужно положить $u = 0$. Это же верно и для очень больших скоростей ветра $V > V_{\max}$ представляющих опасность. При таких скоростях двигатель приходится выводить из-под нагрузки. Наконец, в интервале скоростей $V_p < V < V_{\max}$ осуществляется автоматическое регулирование, вследствие которого ветровое колесо при любой скорости ветра в этом интервале вращается с той же угловой скоростью, как и при скорости регулирования V_p . Это означает, что $u = V$ при $V_p < V < V_{\max}$.

Таким образом,

$$u = \begin{cases} 0 & \text{при } v < v_n \\ v & \text{при } v_0 < v < v_p \\ v_p & \text{при } v_p < v < v_{\max} \\ 0 & \text{при } v > v_{\max} \end{cases} \quad (2)$$

Зависимость P от V (рисунок 2.2) может рассматриваться как передаточная функция ветродвигателя. В силу предположения о квазистационарности и считается зависящей только от значения V в тот же момент времени. Реальная картина, разумеется, сложнее.

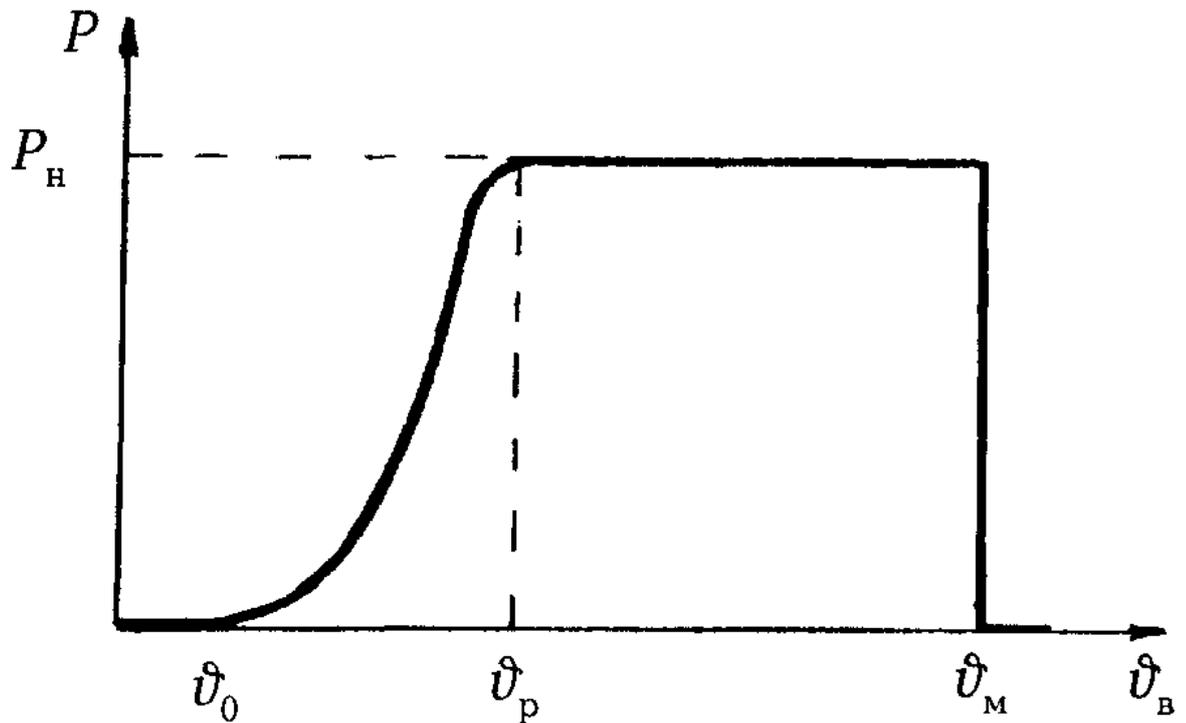


Рисунок 1 Режим работы ВЭУ [17]

В дипломной работе для оценки потенциала ветроэнергетических ресурсов взята Оренбургская область. Уделили большое внимание описанию физико-географическим условиям Оренбургской области. Оренбургская область занимает обширную территорию на юго-восточной окраине европейской части России. Общая протяженность границ области составляет около 3700 км. Территория области вытянута с запада на восток на 750 км. Крайние северные и южные точки области отстоят друг от друга по широте на 435 км, в то же время в самом узком месте расстояние между северной и южной границами области составляет всего 50 км. Южная граница области

на протяжении около 1670 км является границей между Казахстаном и Россией. Практически вся северная граница области приходится на Башкирию, лишь на крайнем северо-западе к области примыкает Татарстан, а на северо-востоке - Челябинская область. На западе граничит с Самарской областью, а крайняя западная точка стыкуется с Саратовской областью.

Климат области резко континентальный, что объясняется его значительной удалённостью от морей и близостью к полупустыням Казахстана. Одним из показателей континентальности климата области является большая годовая амплитуда температур воздуха, то есть между средними температурами самого холодного и самого теплого месяцев, равная 36–37°. Абсолютная температура (разность между абсолютным максимумом и абсолютным минимумом) составляет 85–89°C. Изучили ветровой режим Оренбургской области. В перспективных для применения маломощных ВЭУ в Оренбургской области среднегодовая скорость ветра должна быть 4 - 6 м/с и более. При анализировании данных таблицы среднегодовых скоростей ветра, выявлено, что на территории области среднегодовые скорости ветра не превышают значения в 4 м/с. Данные средних скоростей ветра используем из Справочника по климату СССР. Анализ нам показал, что в зимой и весной средняя скорость ветра гораздо сильнее ,чем летом и осенью.

Самая максимальная средняя скорость на станции Пономаревский зверосовхоз 5,2м/с, а минимальная на станции Боровое, поляна. Это говорит о том, что в Оренбургской области выгодно использовать ветроэнергетические установки.

В дипломной работе рассчитали удельный ветроэнергетический потенциал использовали данные средних скоростей ветра из Справочника по климату СССР, и воспользовались формулой

$$N_{уд} = \frac{1}{2} \rho \cdot 3,176 \cdot \bar{v}^3 \quad , \quad (2)$$

результаты занесли в таблицу 2.

Таблица 2- Средняя месячная удельная мощность ветрового потока
(составлено автором)

№	Станция	Месяц, N (Вт)												го д
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
1	Бугуруслан	77	115	134	99	107	70	47	34	43	77	70	99	77
2	Троицкое	290	190	215	125	166	125	83	83	125	215	177	307	166
3	Новопетровка	215	166	215	115	166	107	91	77	107	177	134	202	144
4	Пономаревский зверхоз	421	400	510	290	274	177	125	125	177	290	290	421	274
5	Боровое, поляна	18	21	34	21	27	18	13	11	10	24	16	18	18
6	Шарлык	91	91	125	70	115	77	58	58	70	134	83	125	91
7	Елшанка	290	202	243	115	190	91	83	70	144	190	190	274	166
8	Бузулук	229	215	243	134	155	83	77	64	91	177	144	229	144
9	Зернхоз«Электрозаво д	274	274	380	215	190	107	91	77	115	190	190	307	190
10	Сорочинск	342	243	243	134	144	91	58	70	134	202	155	421	166
11	Октябрьское	229	177	202	107	155	77	77	64	83	166	125	215	134
12	Троицкое	91	91	125	58	99	53	38	38	53	107	70	115	77
13	Андреевка	258	274	324	107	166	83	107	77	64	134	125	215	144
14	Электр-хоз им.Кирова	99	125	177	125	155	91	77	70	77	144	107	115	107
15	Ново-Сергеевка	166	144	166	70	99	64	64	47	64	125	91	190	99
16	Айдыля	190	215	274	166	215	144	134	91	115	243	166	190	177
17	Чебеньки	190	202	274	190	229	115	99	99	134	190	155	202	166
18	Сырт	215	243	307	177	215	144	125	125	134	202	177	258	190
19	Мяс-хоз им.Калинина	258	274	307	202	190	125	107	99	99	166	144	215	177
20	Оренбург	229	307	258	190	215	125	107	91	83	155	166	243	166
21	Ириклинский	166	274	274	155	190	115	99	99	115	202	190	202	166
22	Тепловка	166	202	243	134	144	83	86	99	91	107	99	166	125

Проанализировали результаты расчетов, по данным метеостанций показали, что величина удельной мощности меняется в значительных пределах. В Оренбургской области минимальное среднее значение удельной мощности отмечено на станции Боровая ,поляна 18 Вт/м^2 , наибольшим - обладают станции Зерносовхоз «Электрозавод» 190 Вт/м^2 , Сырт 190 Вт/м^2 и другие. При таких значениях удельной мощности можно получить одного квадратного метра можно более $0,2 \text{ кВт}$ энергии.

В дипломной работе построили графики рисунок 2 исследования годового хода в разных районах Оренбургской области показали, что с сентября по март удельная мощность ветрового потока достаточно высокая от 100 Вт/м^2 до 350 Вт/м^2 . Это говорит о том, что Оренбургская область в целом обладает достаточным ветроэнергетическим потенциалом для использования ветроэнергетических установок не только в зимний – осенний период но и летом удельная мощность ветрового потока достаточно высокая. Поэтому ВЭУ можно использовать круглый год без простоя.

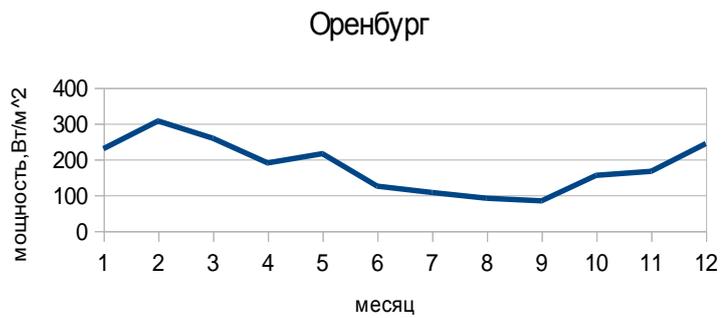


Рисунок 2 - Годовой ход удельной мощности ВЭУ

(составлено автором)

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Дробышев, А.Д. Ветровая энергия и ее возможный вклад в ресурсосбережение и экологию прикамья / А.Д.Дробышев, Ю.А. Пермьяков. М.: Изд-во Перм. ун-та, 1997. 122с.
- 2 Хромов, С.П. Метеорология и климатология для географических факультетов/ С.П. Хромов. М.: Гидрометеиздат, 1983. 449с.
- 3 Неисчерпаемая энергия под ред. В.С. Кривцова, А.М. Олейникова, А.Н. Яковлева М.: Гидрометеиздат, 2005.400 с.
- 4 Рыхлов, А.Б. Разработка методов климатической оценки ветроэнергетического потенциала на различных высотах/ А.Б. Рыхлов. Изд-во СГУ, 2012.132с.
- 5 Перспективы развития ветроэнергетики РФ[электронный ресурс] URL:<http://www.ensav.ru/news/> (дата обращения 21 05 2016) Загл. с экрана. Яз. рус.
- 6 Энергия ветра [электронный ресурс] URL: <http://www.parta.com.ua/> (дата обращения 21 05 2016) Загл. с экрана. Яз. рус.
- 7 Аналитика - Генерация энергии [электронный ресурс] URL: <http://www.energyland.info/> (дата обращения 21 05 2016) Загл. с экрана. Яз. рус.
- 8 Новости России [электронный ресурс] URL: <http://www.regnum.ru/> / (дата обращения 21 05 2016) Загл. с экрана. Яз. рус.
- 9 Чибилёв, А.А Природа Оренбургской области / А.А Чибилёв Издательско-полиграфический комплекс "Южный Урал" 1995 128 с
- 10 Районы Оренбурга на карте [электронный ресурс] URL: <http://www.tiuborega.clan.su/> (дата обращения 21 05 2016) Загл. с экрана. Яз. рус.
- 11 Ветроэнергетика в условиях Оренбургской области [электронный ресурс] URL: <http://www.libr.orensau.ru/>(дата обращения 21 05 2016) Загл. с экрана. Яз. рус.

- 12 Справочник по климату СССР выпуск 12 Л.: Гидрометеиздат 1966г. 400с.
Состояние и перспективы развития ВЭУ [электронный ресурс] URL:
<http://www.pk.narks.ru/> (дата обращения 21 05 2016) Загл. с экрана. Яз.рус.
- 14 Оценка ветроэнергетического потенциала [электронный ресурс] URL:
<http://www.ourhals.tsu.ru/> (дата обращения 21 05 2016) Загл. с экрана. Яз. рус.
- 15 Ветроэнергетика / под ред.Д.де Рензо. М.: Изд-во Наука,1980. 200с
- 16 Есть ли будущее у ветроэнергетики в России? [электронный ресурс]
URL:<http://www.http://novostienergetiki.ru/> (дата обращения 21 05 2016) Загл.
с экрана. Яз. рус.
- 17 Нетрадиционная энергетика [электронный ресурс] URL: [http://www.
topref.ru/](http://www.topref.ru/) (дата обращения 21 05 2016) Загл. с экрана. Яз. рус.
- 18 Перспективы ветроэнергетики в России [электронный ресурс] URL:
<http://www.scienceforum.ru/> дата обращения 21 05 2016) Загл. с экрана. Яз.
рус.
- 19 Перспективы развития энергетики [электронный ресурс] URL:[http://www.
krsu.edu.kg>vestnik/](http://www.krsu.edu.kg>vestnik/)(дата обращения 21 05 2016) Загл. с экрана. Яз. рус
- 20 Что нужно знать о ветроэнергии [электронный ресурс]
URL:<http://www.ekopower.ru> /(дата обращения 21.04.16). Загл. с экрана. Яз.
рус

