

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
**«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г.
ЧЕРНЫШЕВСКОГО»**

Кафедра метеорологии и климатологии

**Ветроэнергетические ресурсы в Ульяновской области на разных
высотах**

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

студента _____ 4 _____ курса _____ 411 _____ группы

направления _____ 05.03.05 Прикладная гидрометеорология _____

_____ географического факультета _____

_____ Кислова Александра Александровича _____

Научный руководитель

_____ профессор, д.г.н., доцент _____

_____ А.Б Рыхлов _____

Зав. кафедрой

_____ к.г.н., доцент _____

_____ М.Ю. Червяков _____

Саратов 2021

Введение. С каждым новым днем затраты на использование электроэнергии растут все больше и больше. Перед человечеством становится немало важный вопрос относительно того, каким образом эти затраты возместить. Даже если не затрагивать проблему энергетического кризиса, традиционное сырье, такое как нефть, уголь, газ рано или поздно исчерпается, и встанет задача освоения новых экологически чистых, возобновляемых источников энергии. Среди них поистине неисчерпаемыми являются лишь Солнце и ветер, кроме того они не вносят значимых изменений в природный баланс.

Если говорить о самых первых достижениях, способных применить энергию ветра в нужном направлении, нельзя не отметить парус. Дальше появились ветряные мельницы, и на смену им пришли уже ветродвигатели, способные не только преобразовывать энергию ветра, но и вырабатывать электрическую энергию.

В крупномасштабной энергетике впервые попытку использовать энергию ветра предприняли в 40-ых годах XX века, однако она оказалась несвоевременной и потерпела неудачу. Причин было несколько, во-первых экологической угрозы еще никто не осознавал, гидроэнергетика гарантировала низкие цены на энергоносители, тепловые станции капитальных вложений не требовали, а нефть оставалась сравнительно дешевой.

Однако после нефтяного кризиса середины 70-х годов нетрадиционная энергетика за рубежом начала усиленно развиваться. Если верить данным Международного энергетического агентства, возобновляемая энергия сегодня составляет 2% от ее общего производства. Значительная часть принадлежит именно ветроэнергетическим станциям.

Это не значит, что скоро ветрогенераторы покроют весь земной шар и нефть и газ будут не нужны. Есть места, где целесообразнее производить электроэнергию от нефти и газа, угля, чем использовать ветрогенераторы.

Ветроэнергетика не рассматривает себя как альтернативу существующим источникам энергии. Это всего лишь еще один способ добычи электроэнергии, но из относительно бесплатного ресурса.

Основное содержание работы . Состояние и перспективы ветроэнергетики. С каждым новым днем затраты на использование электроэнергии растут все больше и больше. Перед человечеством становится немало важный вопрос относительно того, каким образом эти затраты возместить. Даже если не затрагивать проблему энергетического кризиса, традиционное сырье, такое как нефть, уголь, газ рано или поздно исчерпается, и встанет задача освоения новых экологически чистых, возобновляемых источников энергии. Среди них поистине неисчерпаемыми являются лишь Солнце и ветер, кроме того они не вносят значимых изменений в природный баланс.

Если говорить о самых первых достижениях, способных приручить энергию ветра в нужном направлении, нельзя не отметить парус. Дальше появились ветряные мельницы, и на смену им пришли уже ветродвигатели, способные не только преобразовывать энергию ветра, но и вырабатывать электрическую энергию.

В крупномасштабной энергетике впервые попытку использовать энергию ветра предприняли в 40-ых годах XX века, однако она оказалась несвоевременной и потерпела неудачу. Причин было несколько, во-первых экологической угрозы еще никто не осознавал, гидроэнергетика гарантировала низкие цены на энергоносители, тепловые станции капитальных вложений не требовали, а нефть оставалась сравнительно дешевой.

Однако после нефтяного кризиса середины 70-х годов нетрадиционная энергетика за рубежом начала усиленно развиваться. Если верить данным Международного энергетического агентства, возобновляемая энергия сегодня составляет 2% от ее общего производства. Значительная часть принадлежит именно ветроэнергетическим станциям

Ветроэнергетическая установка, или ветрогенератор - устройство для преобразования кинетической энергии воздушного потока в электричество.

Требуются аккумуляторы для накопления, а также оборудование для зарядки батарей.

В среднем ветряк вырабатывает 150 кВт*ч/мес. электроэнергии.

Ветряк обычно выполнен в виде ветроколеса с тремя лопастями, расположенными по радиусам и под углом к плоскости вращения, и синхронного генератора переменного электрического тока.

Рабочий момент на ветроколесе создается под действием аэродинамических сил, возникающих на лопастях, имеющих специальный аэродинамический профиль.

Для ориентации ветроколеса по направлению ветра у ВЭУ используется «хвостовое оперение».

Ветроэнергетические установки (ВЭУ), классифицируют по следующим признакам:

- мощности;
- отношению рабочего колеса к направлению воздушного потока;
- числу лопастей рабочего колеса;
- месту установки.

Ветроэнергетика России. Наша страна занимает 64 место по объему общей электрической мощности ветропарков в мире. Чтобы поднять ситуацию в секторе на должный уровень, Правительством РФ издано распоряжение 861-р «Об утверждении изменений, которые вносятся в основные направления государственной политики в сфере повышения энергетической эффективности электроэнергетики на основе использования возобновляемых источников энергии на период до 2020 года».

Сегодня на юге, северо-западе и востоке России есть площадки, готовые для строительства ветропарков, мощностью около 2500 МВт. А также есть площадки, которые только ждут проектных работ по вводу мощностей более 3000 тыс. МВт. Через 3-4 года на них уже можно будет строить ветропарки. То есть, несмотря на отсутствие необходимой господдержки, и частные, и государственные компании вкладывают инвестиции и ведут работы.

Самая крупная ветроэлектростанция России находится в Калининградской области, мощностью в 5,1 МВт. Из новейших — проект в Калмыкии. Там уже работают два ветрогенератора, планируется строительство большого парк в 300 МВт. Всего сейчас в России 16,8 МВт мощности от ветропарков. И можно сказать, что открылась новая страница истории ветроэнергетики. Так как согласно распоряжению «Об утверждении изменений, которые вносятся в основные направления государственной политики в сфере повышения энергетической эффективности электроэнергетики на основе использования возобновляемых источников энергии на период до 2020 года» планируется ввести 3,6 ГВт мощности на оптовом рынке.

С каждым годом производство электроэнергии за счет ВИЭ дешевеет из-за технических новаций и развития этого бизнеса. Так, например, китайцы обрушили рынок солнечных панелей, снизив их стоимость в 2,5 раз. В России есть промышленные предприятия, которые платят по 4,5 руб. за кВтч. Чтобы сэкономить, владельцы хотят построить себе ветропарк и половину мощности получать от него по 2,4 руб.

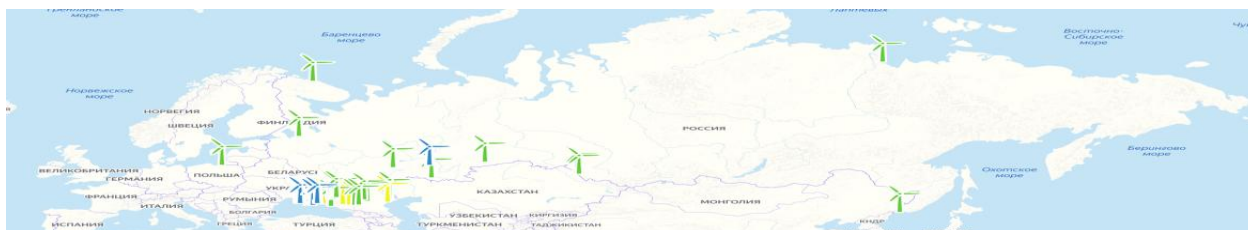


Рисунок 1- карта ветропарков России(составлено автором)

Требование ветроэнергетики к метеорологии. Ветровые электростанции строят в местах со средней скоростью ветра от 4,5 м/с.

Предварительно проводят исследование потенциала местности. Анемометры устанавливают на высоте от 30 до 100 метров, и в течение одного—двух лет собирают информацию о скорости и направлении ветра. Полученные сведения могут объединяться в карты доступности энергии ветра.

Скорость ветра возрастает с высотой. Поэтому ветровые электростанции строят на вершинах холмов или возвышенностей, а генераторы устанавливают на башнях высотой 30—60 метров. Принимаются во внимание предметы, способные влиять на ветер: деревья, крупные здания и т. д.

Для более точной оценки эффективности работы ВЭУ требуется знание продолжительности во времени диапазона рабочих скоростей. Для большинства типов ВЭУ малой и средней мощности это диапазон скорости от 9 до 25 м/с.

Достаточно эффективно ВЭУ может работать, если относительная продолжительность диапазона рабочих скоростей ветра (т.е. коэффициент использования) составляет не менее 0,4 в течение сезона.

Кроме того, место для размещения ВЭУ должно характеризоваться небольшой повторяемостью энергетических затиший, т.е. для большинства ВЭУ это период времени, когда $u \leq 5$ м/с составляет не более 20-30%.

Дополнительное требование - отсутствие или незначительная повторяемость ураганных ветров ($u > 33$ м/с) и малое число буревых периодов ($u > 20$ м/с).

Благоприятным условием являются небольшие значения коэффициента вариации (c) скорости ветра, т.е. ее изменчивости во

времени. За критерий благоприятствования можно принять $c_u \leq 0,5$. Если же $c_u < 0,3$, то условия для размещения ВЭУ весьма благоприятны.

Оценка ветроэнергетических ресурсов Ульяновской области. Формулы для расчётов были взяты из «Разработка методов климатической оценки ветроэнергетического потенциала на различных высотах (на примере юго-востока европейской части России) [1].

$$\frac{\bar{v}_z}{\bar{v}_h} = \left(\frac{z}{h} \right)^m$$

Формула для расчёта средних значений скоростей

\bar{v}_z и \bar{v}_h – средние скорости ветра на высоте z и h (флюгера) м

$$N_{\text{уд}} = \frac{1}{2} \rho \cdot 3,176 \cdot \bar{v}^3.$$

$N_{\text{уд}}$ – удельная мощность ветрового потока; ρ – плотность воздуха.

$$m = 0,864 \exp(-0,31 \bar{v}_0)$$

Формула для расчётов средних годовых параметров m

$$m = 0,798 \exp(-0,28 \bar{v}_0)$$

Формула для расчётов параметра m в период с сентября по май

$$m = 0,911 \exp(-0,35 \bar{v}_0),$$

Формула для расчётов параметра m в период с июня по август

m - безмерный параметр

\bar{v}_0 – средняя скорость ветра на высоте флюгера

Таблица 1 – значения параметра m для разных станций.

Станция	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	год
Сургское	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,3
Сенгилей	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2	0,1	0,2	0,1	0,2
Инза	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2

Таблица 2 – средние скорости ветра на разных станциях на разных высотах, м/с. (составлено автором)

Станция	Высота, м	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	год
Сургское	30	4,5	4,5	4,8	4,5	4,6	3,9	3,6	3,5	4,2	4,7	4,5	4,8	4,4
	50	5,2	5,2	5,5	5,2	5,3	4,6	4,3	4,3	5	5,4	5,2	5,5	5,1
	70	5,8	5,8	6	5,8	5,9	5,1	4,9	4,8	5,5	6	5,8	6	5,6
	90	6,3	6,3	6,5	6,3	6,3	5,6	5,4	5,3	6	6,4	6,3	6,5	6,1
Сенгилей	30	6	5,6	5,5	5,2	5,5	4,7	4,1	4,3	5,5	6	5,6	6,1	5,3
	50	6,6	6,3	6,1	5,9	6,1	5,4	4,8	5	6,1	6,6	6,3	6,7	6
	70	7,1	6,8	6,6	6,4	6,6	5,8	5,4	5,5	6,6	7,1	6,8	7,2	6,4
	90	7,4	7,2	7,1	6,9	7,1	6,2	5,8	5,9	7,1	7,4	7,2	7,5	6,8
Инза	30	5,1	5,5	5,6	5,1	5	4,5	4	3,9	4,5	5,1	5,2	5,4	4,9
	50	5,8	6,2	6,3	5,8	5,7	5,1	4,7	4,6	5,2	5,8	5,9	6,1	5,6
	70	6,3	6,7	6,7	6,4	6,2	5,6	5,2	5,1	5,8	6,4	6,4	6,6	6,1
	90	6,7	7	7,1	6,8	6,6	5,9	5,6	5,6	6,3	6,8	6,8	7	6,5

В таблице 2 показаны значения средних скоростей ветра на разных станциях на разных высотах в течении года и среднее значение за год(составлено автором)

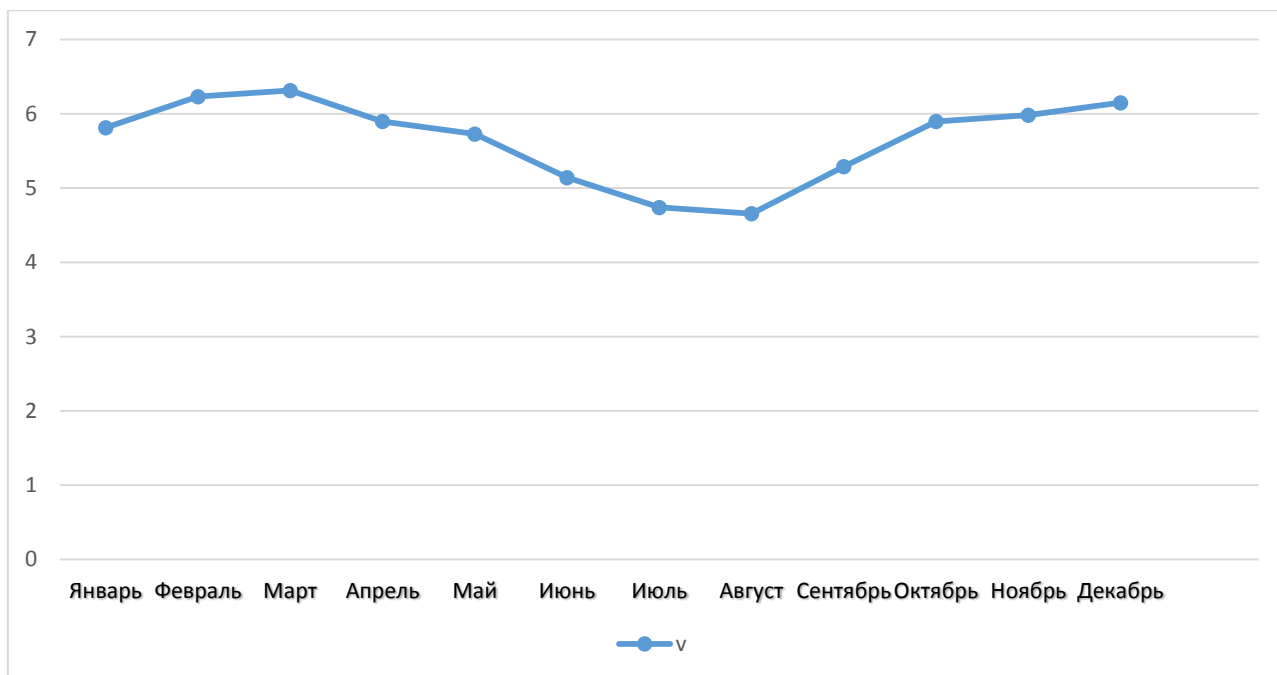


График 2 - Изменение средней скорости ветра в течении года на станции Инза на высоте 50м(составлено автором)

На графике показано как изменяется средняя скорость ветра в течении года. Максимальное значение достигается в марте 6,3 м/с; минимально значение в августе 4,6 м/с.

Таблица 3 – удельная мощность ветрового потока на разных станциях на разных высотах(составлено автором)

Станция	Высота, м	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	год
Сургское	30	189	189	227	189	201	125	100	92	154	214	189	227	174
	50	299	299	347	299	315	204	172	162	255	330	299	347	275
	70	405	405	458	405	422	281	246	234	354	440	405	458	374
	90	508	508	563	508	526	358	321	309	453	545	508	563	470
Сенгилей	30	445	371	337	289	337	222	146	166	337	445	371	465	310
	50	602	520	481	426	481	321	234	258	481	602	520	624	439
	70	735	649	609	550	609	410	319	344	609	735	649	757	553
	90	852	766	725	666	725	491	403	427	725	852	766	875	657
Инза	30	269	349	367	284	255	185	134	125	189	284	300	332	248
	50	397	489	509	415	380	275	215	204	299	415	433	470	365
	70	513	611	632	532	494	357	293	281	405	532	551	591	469

	90	621	722	743	641	602	433	370	358	508	641	660	701	566
--	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

В таблице 3 показаны значения удельной мощности ветрового потока на разных станциях на разных высотах в течении года и среднее значение за год

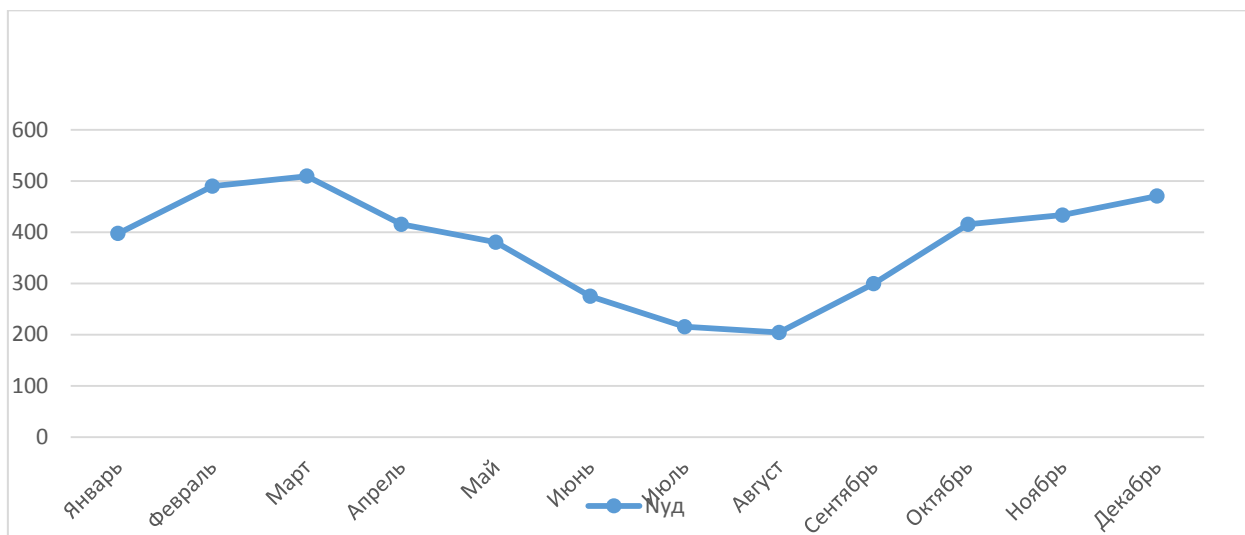


График 2 - Изменение удельной мощности ветрового потока в течении года на станции Инза на высоте 50м(составлено автором)

График показывает изменение удельной мощности ветрового потока в течении года. Максимальное значение в марте $509,4 \text{ Вт/м}^2$; минимальное значение в августе $204,3 \text{ Вт/м}^2$.

Заключение. Вопросы окупаемости и экономической эффективности ветроэнергетических установок – сфера, где еще не расставлены все точки над 'i'. Если подходить к этой проблеме глобально, учитывая перспективы постоянного удорожания энергетических ресурсов и их грядущий дефицит, ветроэнергетическая техника однозначно является перспективным вложением средств

На основе исследований, можно сформулировать следующие основные результаты:

1. Учитывая перспективы постоянного удорожания энергетических ресурсов и их грядущий дефицит, ветроэнергетическая техника однозначно является перспективным вложением средств.

2. Были построены графики изменения скорости ветра за год на примере города Инзы.