

**Муниципальное общеобразовательное бюджетное учреждение средняя  
образовательная школа с. Красный Яр муниципального района  
Уфимский район Республики Башкортостан**

## **ПРОЕКТ**

**Исследование возможности использования многолопастных  
ветрогенераторов на территории фермерского хозяйства**

Автор проекта: ученик 9 класса –

**Курбатов Богдан**

Руководитель проекта: учитель физики–

Хуснутдинова Алия Фагимовна.

2022 г

## ОГЛАВЛЕНИЕ

1	ВВЕДЕНИЕ	3
2	ОПИСАНИЕ ПРОЕКТА	3
	2.1 Выбор ветрогенератора	8
	2.2 Расчет ветрогенератора	10
3	РЕЗУЛЬТАТ ИССЛЕДОВАНИЯ	13
4	ВЫВОД	16
5	ЗАКЛЮЧЕНИЕ	16
6	СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	17

## **ВВЕДЕНИЕ**

Энергия – одна из важнейших составляющих жизни человека. Энергия очень разнообразна и каждый вид ее по-своему уникален и ценен для нашей жизни. В современной энергетике существует два источника получения энергии: традиционные и возобновляемые. Запасы традиционных источников энергии исчерпаемы. Это приводит к нескольким путям решения этой проблемы: экономия существующих запасов или же переход на другие источники энергии, а именно – на возобновляемые. Ветер, солнце, энергия рек и океанов – все эти практически неисчерпаемые природные ресурсы способны полностью заменить нам нефть, природный газ, уголь.

В данном проекте исследуем возможность получения электроэнергии от энергии ветра.

Объект исследования – альтернативное снабжение Крестьянско-фермерского хозяйства «Пономарев» (далее – КФХ), расположенного на территории Уфимского района электроэнергией.

Предмет исследования – ветроэнергетическая установка в качестве источника альтернативного энергосбережения для КФХ.

В данной работе планируется:

- Выполнить оценку энергетических потребностей отдельного производственного подразделения завода
- Провести анализ экономического потенциала ветра на территории предприятия
- Осуществить выбор ветрогенератора.

## **2 ОПИСАНИЕ ПРОЕКТА**

Несмотря на то, что уже многие страны обратили свое внимание на выработку электроэнергии с использованием энергии ветра, Россия же, напротив, продолжает увеличивать рост добычи и экспорта невозобновляемых источников энергии. Причинами являются:

- Главным образом развитие отрасли тормозит уже существующий и вполне эффективный традиционный энергетический комплекс. Причем он поддерживается большими запасами ресурсов, которые через 30-40 лет, возможно, утратят свою актуальность. Поэтому даже возможности финансовой экономии не так стимулируют ветроэнергетику в России, как это происходит в тех же европейских странах.

- Высокие риски. Еще один фактор, который не позволяет вкладывать заинтересованным игрокам энергетического рынка существенные вложения в отрасль.

- Недостаточность информации и в целом неправильные представления о возможностях ветрогенераторов.

- Также в дополнение можно отметить отсталость энергетического оборудования и все же не самые подходящие для использования ветряков климатические условия.

Эффективность использования тех или иных альтернативных источников энергии напрямую зависит от региона. По карте ветроэнергетических ресурсов России (см рис.1) видно, что потенциал ветровой энергии нашей страны очень велик. Башкортостан находится во второй зоне, где скорость варьируется от 3,5 до 6 м/сек.



**Рисунок 1** Карта ветроэнергетических ресурсов России. Цифрами обозначены зоны со среднегодовыми скоростями ветра: 1 - выше 6 м/сек; 2 - от 3,5 до 6 м/сек; 3 - до 3,5 м/сек.

Изучив таблицы 1 и 2, можно сделать вывод, что использование ветроэнергетики на территории Республики Башкортостан возможно.

**Таблица 1** Ветровые данные Республики Башкортостан

Расположение метеостанции	Среднегодовая скорость ветра (на высоте 10 метров)	Зима (средняя скорость м/с)	Весна (средняя скорость м/с)	Лето (средняя скорость м/с) <sup>8</sup>	Осень (средняя скорость м/с)	Максимальная скорость ветра (м/с)
Уфа	2,2	2,3	2,5	1,8	2,1	23
Акъяр (Хайбуллинский район)	3,3	3,1	3,6	3,2	3,0	20
Аскино	3,1	3,1	3,4	2,7	3,1	24
Бирск	2,6	2,7	2,8	2,3	2,6	25
Зилаир	1,9	1,8	2,3	1,7	1,6	21
Стерлитамак	1,6	1,5	1,8	1,5	1,5	20
Янаул	3,2	3,1	3,5	2,5	3,7	24

В данном проекте исследуются возможности использования многолопастных ветрогенераторов на территории Республики Башкортостан (Уфимский район).

Для выявления оптимального состава ветроэнергетических установок требуется проведение уточняющих расчетов:

- выполнить оценку энергетических потребностей КФХ,
- провести анализ экономического потенциала ветра на территории хозяйства,
- осуществить выбор ветрогенератора.

Предполагается, что с помощью внедрения ветроэлектростанции в промышленное производство снизится энергопотребление из энергосистемы, идущее на нужды хозяйства.

Рассмотрим информацию о ветрогенераторах .

Ветрогенераторы делятся на два основных типа, с горизонтальным и вертикальным расположением турбины.

**Таблица 2** Сравнение малолопастных и многолопастных ветрогенераторов

Мощность, Вт	Название	Скорость вращения ротора, об/м	Количество лопастей	Стартовая скорость ветра, м/с	Рабочий диапазон, м/с	Максимальная скорость, м/с	Номинальная скорость ветра, м/с	Диаметр ротора, м	Вес, кг
300	“Дельфин Z-300A”	1850	3	2,5	3,5-18	<45	12,5	1,25	5,85
300	“Nucanth P-300W”	900	6	2	3-15	<40	12,5	1,14	5,1
500	“City Swallow Z-500W”	740	5	2,5	3-15	<45	12	1,45	19

### 1. Горизонтальные Ветрогенераторы

Это установки с горизонтальным расположением ротора. Ось турбины таких устройств расположена параллельно поверхности земли. Конструкция установки может меняться в зависимости от количества и типа лопастей ротора и от типа используемого генератора. Дело в том, что скорость вращения турбины снижается при увеличении количества лопастей. В основном используются такие устройства – малолопастные и многолопастные.

К малолопастным ветрякам принадлежат роторы:

- Однолопастные;
- Двухлопастные;

- Трехлопастные;

Турбины с одной лопастью являются наиболее скоростными и, соответственно, наиболее эффективными. Конструктивно представляет ротор с одной лопастью, сбалансированной противовесом. Имеет неприятную особенность – повышенный износ подшипников из-за неравномерной нагрузки на вал ротора.

Двухлопастные турбины отлично сбалансированы, обладают повышенным ресурсом механических узлов и высокой скоростью вращения ротора. Дополнительным плюсом является легкость поднятия мачты с ротором при монтаже установки на местности. Двухлопастный ротор компактен и может транспортироваться без риска его повредить.

Трехлопастные ветровые станции на сегодняшний день наиболее распространенный тип ветроустановки для производства электрического тока в промышленных масштабах. Это объясняется сбалансированностью качеств. Приемлемый вес лопастей, отличная сбалансированность, довольно высокая скорость вращения, большой момент вращения на валу позволяет сэкономить при создании конструкции для дорогостоящих электрических генераторах. Кроме того, они обладают более низкой, чем у одно- и двухлопастных, минимальной скоростью ветра, и приемлемой материалоемкостью. Эти же качества положительно влияют при выборе установки для частного домовладения, так как позволяют экономить средства при покупке и экономить в процессе эксплуатации.

Многолопастные турбины, это устройства с четырьмя и более лопастями ротора. Самый известный пример четырёхлепестного ротора – ветряная мельница. В настоящее время многолопастные устройства в промышленности применяют мало. В основном их используют для обеспечения энергией частных домовладений и небольших предприятий. Это объясняется более низкой скоростью вращения и соответственно, меньшим уровнем вибрации, что приводит к снижению эксплуатационных расходов. Меньший шум позволяет размещать установки в жилых районах. Кроме того, у многолопастных турбин меньшая минимальная скорость ветра и меньшая рабочая скорость, что особенно важно для средних широт – районов с низкой среднегодовой скоростью ветра.

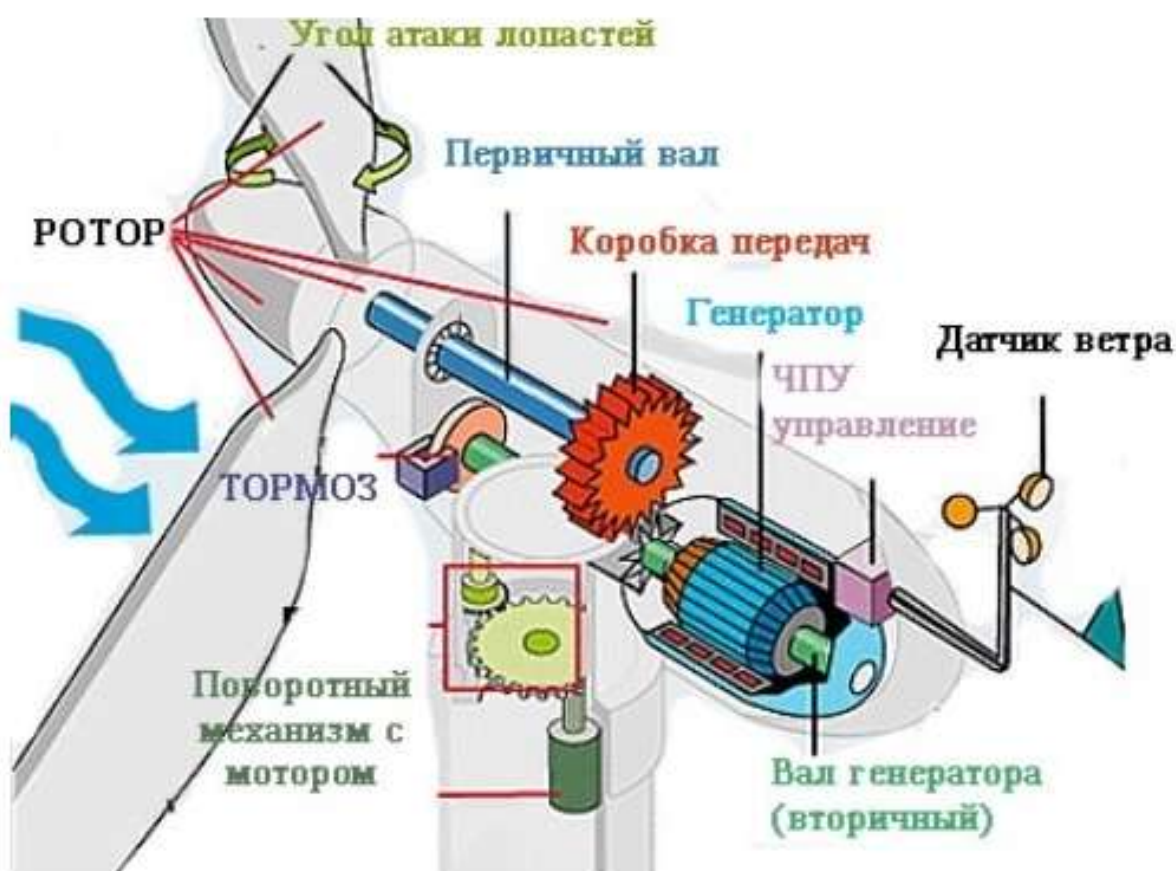
## 2. *Вертикальные ветровые станции*

Это установки, ротор которых размещается перпендикулярно поверхности земли. Их конструкции более разнообразны, чем горизонтальных.

Различаются по виду ротора:

- Савониус – турбина с несколькими вращающимися вокруг оси Полуцилиндрами или полусферами;

- Дарье – 2 или 3 лопасти в виде тонкой полосы, чаще всего изогнутой;
  - ортогональный – турбина с вертикальными лопастями;
  - геликоидный – ортогональный с закрученными вокруг оси лопастями;
  - многолопастный – турбина с расположенным по окружности рядом направляющих, которые подают поток воздуха на лопасти.
- Как и горизонтальные ветрогенераторы, бывают мало- и многолопастные установки.



**Рисунок 2** Составляющие части ветрогенератора

## ПРОЕКТНАЯ ЧАСТЬ

### 2.1 Выбор ветрогенератора

Так как ферма находится недалеко от населенных пунктов (около 300 м от деревни Опытное хозяйство, см *рис.3*), одним из основных аргументов против использования ветрогенератора является шум. Ветроэнергетические установки производят два вида шума: механический и аэродинамический. Шум негативно воздействует на здоровье человека.

Инфразвук и вибрация – еще один вопрос негативного воздействия. Во время работы ветряка на концах лопастей образуются вихри, которые, собственно, и есть источниками инфразвука, чем больше мощность ветряка, тем большая мощность вибрации и негативное воздействие на живую природу. Но это все относится к мощным ветроэлектростанциям. Малая ветроэнергетика в этом аспекте намного безопасней.

Для спроектированного ротора необходимо подобрать генератор, который будет выдавать требуемую электрическую мощность для имеющегося насоса Могилев Ручеёк-1 10 м. Высота подъема – до 60 м, КПД – 50%, мощность 225 Вт. Насос предназначен для качки воды с колодца для питья КРС. Выбираем установку не больших размеров, чтобы шум и вибрация от выработки электроэнергии не влияли на окружающих. Да и для электроснабжения одного насоса достаточно подобрать генератор “City Swallow Z-500W (*рис. 6*) мощностью 500 Вт. Данный генератор удобен для расчетов, его технический паспорт доступен для просмотра в сети Интернет, также можно его заказать напрямую у производителя. Генератор является примером малой ветроэнергетики, является абсолютно безопасным для окружающих, с допустимыми значениями шума и вибраций. Данный ветрогенератор можно приобрести и для жилого дома.

В дальнейшем можно рассчитать такие же генераторы отдельно для других цехов, например для доильных аппаратов, охладителя, пастеризатора (см. *рис. 4*). Кроме того большие инвестиции в ветровую энергетику пугают. В связи с чем, данный генератор оптимально подойдет для моего проекта.



**Рисунок 3** Расположение КФХ и населенных пунктов

1 – ферма

2 – пастбище

3 – населенные пункты: д. Опытное хозяйство и с. Красный Яр



**Рисунок 4** Предполагаемое место установки ветрогенератора:  
 1 – ветрогенератор; 2 – насос; 3 – доильный цех; 4 – охладитель;  
 5 – пастеризатор

## 2.2 Расчет ветрогенератора

Выбор генератора осуществлен, но этого недостаточно. По техническим характеристикам из *табл. 3* нужно провести необходимый расчет по определенному алгоритму и убедиться, что данная установка удовлетворяет потребности в электроэнергии предприятия.

Для начала рассчитаем коэффициент использования энергии ветра (КИЭВ) для ротора – число показывающее, какая часть воздушного потока используется ротором.

Для этого найдем энергию ветрового потока и работу, развиваемую кинетической энергией:

$$E_k = \frac{m\vartheta^2}{2} \quad (1)$$

Масса воздуха  $m$ , протекающая через поперечное сечение  $S$  со скоростью  $\vartheta$  (см. *табл. 3*):

$$m = \rho S \vartheta \quad (2)$$

где  $\rho$  – плотность воздуха  $1,3 \text{ кг/м}^3$ ;

$$S = \frac{\pi D^2}{4} \quad (3)$$

где  $D$  – диаметр ротора, берем из *табл. 3*

$$S = \frac{3,14 \cdot 1,45^2}{4} = 1,65 \text{ м}^2$$

$$m = 1,3 \cdot 1,65 \cdot 2,2 = 4,719 \text{ кг}$$

**Таблица 3** Технические характеристики ветрогенератора

Мощность	500 Ватт
Название	City Swallow
Модель	Z-500W
Номинальная мощность	500 Ватт
Максимальная мощность	550 Ватт
Напряжение	12 Вольт
Ток	33А
Номинальная скорость	740 об/м
Количество лопастей	5
Стартовая скорость ветра	2,5 м / с
Диапазон, при котором вырабатывает энергию	3-15 м/с
Безопасная скорость ветра	до 45 м / с
Номинальная скорость ветра	12 м / с
Диаметр ротора	1,45 м
Материал лопастей	Углепластик
Защита	электромагнитный тормоз защищает

	от сильного ветра
Срок службы	15 лет
Защита поверхности	оксид алюминия и пластиковое покрытие
Рабочая температура	-40 °С 70 °С
Минимальная высота мачты	4,5 м
Вес	19 кг.
КПД Ветрогенератора	0,3

По данным *табл.4* видно, что территория Уфимского района удовлетворяет условия установки ветрогенераторов.

**Таблица 4** Ветровые данные Уфимского района

Месяц	Скорость ветра на высоте 10м, м/с	Направление ветра
Январь	3,52	с юга
Февраль	3,45	с юга
Март	3,26	с юга
Апрель	3,13	с юга
Май	3,34	с юго-запада
Июнь	3,00	с юго-запада
Июль	2,79	с юго-запада
Августа	2,94	с юго-запада
Сентябрь	3,24	с юго-запада
Октябрь	3,44	с юго-запада
Ноябрь	3,41	с юго-запада
Декабрь	3,67	с юго-запада
<b>Среднее за год</b>	<b>3,26</b>	-

$$E_k = \frac{\rho S v^3}{2} \quad (4)$$

$$E_k = \frac{1,3 \cdot 1,65 \cdot (12)^3}{2} = 1853,28 \text{ Дж}$$

Найдем работу при вращении ротора

$$A = F_{\text{сопр}} u \quad (5)$$

где  $F_{\text{сопр}}$  – сила сопротивления;

$u$  – скорость перемещения лопасти;

$$F_{\text{сопр}} = C_x S \frac{\rho}{2} (v - u)^2 \quad (6)$$

где  $C_x$  – аэродинамический коэффициент лобового сопротивления, конструкторским решением является выбор максимального значения, который равен 1,2 (рис.5),

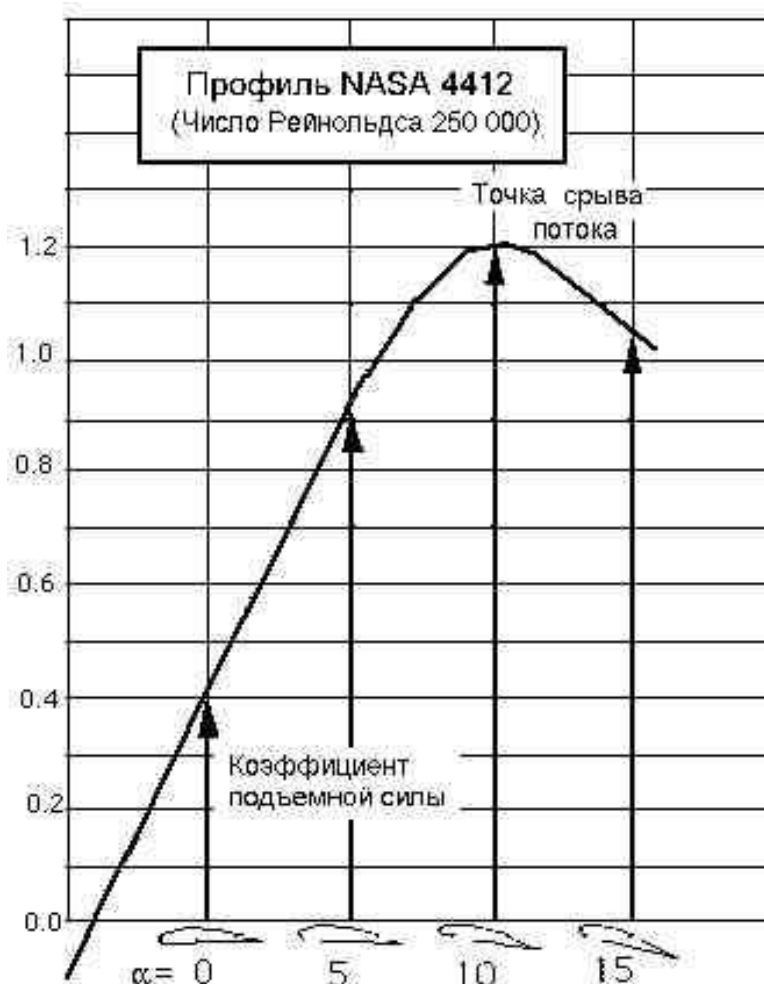
$S$  – проекция площади тела на плоскость, перпендикулярную направлению воздушного потока.

$$u = \frac{v}{3} \quad (7)$$

$$u = \frac{12}{3} = 4 \text{ м/с}$$

Зная работу ротора и кинетическую энергию ветрового потока несложно найти коэффициент использования энергии ветра  $\xi$ . КИЭВ равен отношению работы, развиваемой ротором, к энергии ветрового потока:

$$\xi = \frac{A}{E_k} \quad (8)$$



**Рисунок 5** определение аэродинамического коэффициента, который зависит от примененного в лопасти профиля и угла атаки  $\alpha$ , под которым поток ударяет в лопасть

Запишем отношение в виде формулы и преобразуем

$$\xi = \frac{C_x S \frac{\rho}{2} (\vartheta - u)^2 u}{\frac{\rho S \vartheta^3}{2}} = C_x (\vartheta - u)^2 \frac{u}{\vartheta^3} \quad (9)$$

$$\xi = 1,2 \cdot (12 - 4)^2 \cdot \frac{4}{(12)^3} = 0,18$$

Рассчитав коэффициенты использования энергии ветра можно определить мощность ротора:

$$P = \frac{\xi \rho \vartheta^3}{4\pi r^2} \quad (10)$$

$$P = \frac{0,18 \cdot 1,3 \cdot (12)^3}{4 \cdot 3,14 \cdot (0,725)^2} = 61,25 \text{ Вт}$$

$r=0,725$  м радиус ротора, равен половине диаметра ротора.

Работа насоса:

$$A_n = \eta_n P t \quad (11)$$

где  $\eta_n$  – КПД ветрогенератора;

$t$  - время работы ветрогенератора.

КПД насоса определяется по формуле:

$$\eta_n = \frac{A_n}{A_p} \quad (12)$$

где  $\eta_n$  – КПД насоса;

$A_n$  – полезная работа, или та работа, которую нужно выполнить, в нашем случае это снабжение нужным количеством воды КРС. Рассчитывается по формуле:

$$A_p = m_{\text{вод}} g h \quad (13)$$

где  $g$  – ускорение свободного падения;

$h$  – глубина залегания грунтовых вод, по карте глубин  $h=20$  м;

$m_{\text{вод}}$  – масса воды, необходимая для водопоя КРС и определяется по формуле:

$$m_{\text{вод}} = N m_1 \quad (14)$$

где  $N$  – количество голов;

$m_1$  – масса воды, необходимая для одного скота, возьмем средние значения из табл. 5.

$$m_{\text{вод}} = m^1 + m^2 + m^3$$

$$m_1 = 55 \cdot 50 = 2750 \text{ кг}$$

$$m_2 = 31 \cdot 9 = 279 \text{ кг}$$

$$m_3 = 24 \cdot 20 = 480 \text{ кг}$$

$$m_{\text{вод}} = 2750 + 279 + 480 = 3509 \text{ кг}$$

**Таблица 5** Количество воды необходимое для КРС

	Масса, кг		При 5 °С	При 15°С
Телята	90		8	9
	180		14	17
Телки	200		24	30
	240		34	41
Коровы сухостойные	330		37	46
Коровы дойные	330	9 кг молока в день	46	55
	330	27 кг молока в день	84	99
	330	36 кг молока в день	103	121

Подставим (13) и (11) в (12):

$$\eta_H = \frac{m_{\text{вод}}gh}{\eta_B P t} \quad (15)$$

отсюда следует, что время работы ветрогенератора  $t$  равно:

$$t = \frac{m_{\text{вод}}gh}{\eta_B \eta_H P} \quad (16)$$

$$t = \frac{3509 \cdot 10 \cdot 20}{0,3 \cdot 0,5 \cdot 61,25} = 76386,4 \text{ сек}$$

$$t = \frac{76386,4}{3600} = 21,2 \text{ ч}$$

Данный расчет позволил определить верно ли мы выбрали ветрогенератор, и достаточная ли у него мощность для электроснабжения насоса. По данным результатов данная установка нам подходит.

#### **Расчет экономической эффективности ветрогенератора**

Чтобы определить эффективность использования ветрогенератора, необходимо рассчитать срок окупаемости установки и сравнить ее со сроком службы. Помимо самого ветрогенератора, необходимо еще приобрести дополнительные комплектующие, которые приведены в *табл. 6*. Общий расход составляет 54 тыс. рублей.

Рассчитаем срок окупаемости:

$$t_{\text{ок}} = \frac{D_B}{t P_H D_1} \quad (17)$$

где  $D_B$  - стоимость ветроустановки и ее монтаж;

$D_1$  - стоимость 1 кВт·ч электроэнергии, 2,45 руб;

$P_H$  - номинальная мощность, по паспорту 0,5 к Вт.

**Таблица 6** Стоимость ветрогенератора, комплектов для установки и монтажа

<b>Составные части установки</b>	<b>Стоимость</b>
Ветрогенератор	<b>20 000</b>
Мачта	<b>10 000</b>
Для установки мачты на грунт комплект свайных анкеров, 3 шт.	<b>3 000</b>
Устройство противокручения (дополнительно приобретается трос, согласно высоты мачты)	<b>4 000</b>
Контроллер и инвертор	<b>4 000</b>
Аккумулятор	<b>3 000</b>
Монтаж	<b>10 000</b>
<b>Итого</b>	<b>54 000</b>

$$t_{\text{ок}} = \frac{54000}{24 \cdot 0,5 \cdot 2,45} = 1837 \text{ дней} = 5 \text{ лет}$$



**Рисунок 6** Ветрогенератор "City Swallow Z-500W"

Срок эксплуатации данного ветрогенератора 15 лет. Учсть, что стоимость 1 кВт·ч растет, можно предположить, что срок окупаемости может сократиться. При избытке энергии, можно аккумулировать ее и использовать для других нужд. Так как установка легкая, высоту можно регулировать, тем самым выбирать более безопасную. А при сильных ветрах можно снять ветрогенератор, при частых штормовых ветрах, срок окупаемости может увеличиться до 6 лет.

## **4 ВЫВОД**

Как было сказано ранее, большие инвестиции в ветровую энергетику пугают людей. В связи с чем, в данном проекте был выбран маломощный многолопастной ветрогенератор для электроснабжения одного электроприбора.

Преимущество использования: сбережение электроэнергии при доступности ветров. Сбережение топлива и сырья для отопления помещения больших размеров. самоокупаемость за 5 лет, при большой трате электричества. экологическая «чистота» оборудования. постоянное усовершенствование характеристик и свойств. Сделав вывод, можно прийти к единому мнению, что если вы находитесь в местности, где зачастую происходят ветра, ветрогенератор – это лучшее решение экономии электричества.

Данный вид установки относится к малой энергетике, который не влияет на окружающую среду и является экологически чистым. Шум и вибрация не имеют пагубного влияния на человека и животных, а лопасти малы, что позволяет увидеть их вращение птицам.

## **5 ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Ветровые установки наиболее выгодно использовать в местах, где невозможно провести общую электросеть, или соединение является очень затратным, а также - в местах с частыми отключениями электричества. Ветровые электростанции смысл устанавливать, если в месте становления среднегодовая скорость ветра превышает 3 м/с В нашем случае, КФХ находится отдельно от сельских местностей, и для того, чтобы провести электричество необходимо протягивать провода, устанавливать трансформаторы.

Наиболее экономически выгодное применение ВЭУ имеет место, если ветротурбины объединены в группы Их называют ветроэлектрическими станциями (ВЭС)-а за рубежом ветровыми фермами (wind-farm) Их мощность колеблется от сотен киловатт до сотен мегаватт. В КФХ можно устанавливать ветрогенераторы и для других потребителей, например: аккумулятор электропастуха, охладительный цех, доильные аппараты. Ветрогенераторы могут аккумулировать энергию, для этого используется специальный аккумулятор. В безветренную погоду можно использовать накопленную энергию. Также в запасе должен быть дизельный генератор, на случай нехватки аккумулированной энергии.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ветра в Республике Башкортостан <http://energywind.ru/recomendacii/karta-rossii/povolzhe/respublika-bashkortostan> , дата посещения 08.10.2021;
2. Как рассчитать количество ветра в регионе <https://www.betaenergy.ru/windspeed/ufa/> , дата посещения 09.10.2021;
3. Мачта ветрогенераторная фланцевая серии МВФ <https://msk.manblan.ru/prices/energy/wind-generators/mast-wind-generator/>, дата обращения 11.10.2021;
4. Ветрогенераторы в России <https://promportal.su/g/1423/vetrogeneratori/>, дата обращения 13.10.2021;
5. Малая энергетика [https://rosinmn.ru/VETRO\\_bladeDesign.htm](https://rosinmn.ru/VETRO_bladeDesign.htm), дата обращения 14.10.2021;
6. Ветроэнергетика: достоинства и недостатки <https://oooevna.ru/energia-vetra-preimusestva-i-nedostatki/> , дата обращения 14.10.2021;
7. Р. Ю. Сергеевна «Проектирование ветрогенераторов для городской среды г. Томска», НИТПУ – г. Томск; 2018г., 106 с.;
8. Е. А. Черноталова «Разработка ветровой электростанции для промышленного предприятия г. Тольятти», ТГУ – г. Тольятти; 2019г., 79 с.;
9. Ветрогенераторы – «за» и «против» <https://natali-99.livejournal.com/3933.html>, дата обращения 15.10.2021;
10. IT-байки: Малая ветроэнергетика - для дома, для семьи <https://3dnews.ru/575687>, дата обращения 15.10.2021;
11. Ш.З. Файрушин, Э.Р. Ахметов, Р.А. Молчанова, И.Р. Байков статья «Перспективы использования установок для преобразования энергии солнца и ветра в Республике Башкортостан», УГАТУ – г.Уфа, 2015 г., 15 с.;
12. Д. А. Рогозина, Т. С. Хворова, Д. М. Жиленко [и др.] «Проблемы и перспективы развития ветроэнергетических установок в России» / Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2016. — № 22.3 (126.3). - с. 40-43;
13. Ветроэнергетика в России: состояние и перспективы развития <https://yandex.ru/turbo/fb.ru/s/article/379529/vetroenergetika-v-rossii-sostoyanie-i-perspektivy-razvitiya> , дата обращения 15.10.2021;
14. Выгоден ли ветрогенератор? Расчет окупаемости устройства в условиях российской действительности <https://ekopower.ru/vygoden-li-vetrogenerator-raschet-okupaemosti-ustrojstva-v-usloviyah-rossijskoj-dejstvitelnosti/> , дата обращения 15.10.2021;
15. Альтернативная энергетика как объект инвестирования в экологические проекты. Потенциал развития в России и конкурентные преимущества на мировом рынке / Н. Н. Рудченко // Учен. зап. Рос. гос. гидрометеорол. ун-та. 2011. № 18. С. 214–218;
16. Ветрогенератор City Swallow 500 Ватт ветряк, Луганск <https://ua.bizorg.su/vetrogeneratory-r/p6762591-vetrogenerator-city-swallow-500-vatt-vetryak> , дата обращения 15.10.2021;

17. Окупаемость Ветроэнергетических установок в условиях средней полосы России <http://www.termocool.ru/products/okupaemost-vetroenergeticheskikh-ustanovok>, дата обращения 15.10.2021;
18. Е.Н. Задорожный, О.Е. Комкова Анализ эффективности использования альтернативных источников энергии на территории Российской Федерации. Политехнический молодежный журнал.- МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, 2018 г. - 11 с.;
19. Ветрогенератор City Swallow 500 Ватт ветряк <https://emarkt.com.ua/p4096600-vetrogenerator-city-swallow.html>, дата обращения 15.10.2021;
20. Выгоден ли ветрогенератор? Расчет окупаемости устройства в условиях российской действительности <https://altenergiya.ru/veter/vygoden-li-vetrogenerator-raschet-okupaemosti-ustrojstva-v-usloviyah-rossijskoj-dejstvitelnosti.html>, 15.10.2021;