

Шыныбай Ж.С., Сапа В.Ю., Есимханов С.Б., Бондаренко С.А.

*Костанайский государственный университет имени А. Байтурсынова,
Казахский национальный аграрный университет*

ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА ЗА СЧЕТ УСТАНОВОК ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ

Аннотация

В статье отражены перспективы, проблемы и пути решения использования энергии ветра для предприятий агропромышленного комплекса Костанайской области. Представлены основные зависимости для определения энергетической эффективности ветроустановок. Определены статистические данные ветровой активности Костанайской области. Приведены данные повторяемости скорости ветра и штиля по градациям для станций Костанайской области. Определены оптимальные высоты установки ветроагрегатов. Представлены технические данные агрегатов, рекомендуемые для установки в данной области.

Ключевые слова: источник, электроэнергетика, мощность, генератор, ветер.

Введение

В период бурного развития промышленности в прошлом столетии в основном использовались источники на основе различных видов ископаемого топлива. Использование полезных ископаемых в качестве топлива в больших количествах поставило на повестку дня две проблемы - загрязнение окружающей среды до критических значений и угроза истощения запасов полезных ископаемых. Эти глобальные проблемы заставляют искать альтернативные источники энергии. В этом качестве могут рассматриваться атомная энергетика, но она встречает все больше возражений в связи с огромной опасностью и проблемой утилизации радиоактивных отходов, и так называемые чистые источники энергии, в число которых входят установки, использующие энергию ветра. Энергия ветра использовалась еще в глубокой древности, но низкая единичная плотность этой энергии, зависимость от погодных условий, несовершенство ее преобразования в более удобные виды энергии, ограничивало широкое использование этого природного источника. В настоящее время появилось много различных установок для преобразования энергии ветра в другие виды энергии, в том числе и в наиболее удобный вид – электрическую энергию.

Материалы и методы

Энергию ветроэнергетической установки, содержащейся в потоке движущегося воздуха, можно определить по выражению [1, 2]:

$$E = 4,81 \cdot 10^{-4} \cdot V^3 \cdot D^3 \cdot \xi \cdot \eta, \quad (1)$$

где V - скорость ветра; D - диаметр ветрового колеса ВЭУ; ξ - номинальный коэффициент использования ветра; η – к.п.д. преобразования механической энергии в электрическую.

Многочисленными исследованиями доказано, что практическая эффективность системы винт-генератор достигает примерно 30-40%.

Для расчета средней удельной мощности ветрового потока N_c (ветроэнергетического потенциала на 1 м^2), использовалась формула, учитывающая среднюю скорость ветра V_c и её коэффициент вариации C_v :

$$N_c = 0,613 \cdot V_c^3 \cdot (1 + 3 \cdot C_v^2 - 0,9 \cdot C_v^3 + 2,9 \cdot C_v^4), \quad (2)$$

Эта формула определяет теоретическую (потенциальную) величину ветровой энергии и является верхним пределом запасов ветровых ресурсов, так как не учитывает потери преобразования.

Вырабатываемая ВЭУ мощность зависит от многих факторов [4]:

- скорости ветра,
- плотности и турбулентности воздуха;
- квадрата диаметра ротора (площади вращения воздушного колеса);
- эффективности винта и генератора;
- стартовой и номинальной скорости ветра (при которых аэрогенератор начинает работать и развивать номинальную мощность),
- номинальной мощности ВЭУ.

Первые два фактора зависят от выбора района установки ВЭУ, удельная выработка ветровой электроэнергии полностью зависит от силы ветра и продолжительности энергоактивных скоростей на данной территории. Остальные факторы являются функциями аэрогенераторов. Следует также иметь в виду, что получение энергии, достигается лишь при скорости ветра, находящейся в допустимом рабочем диапазоне для каждого ветроагрегата. Иногда бывает, что скорость ветра бывает слишком низкой и ветроагрегат не может работать, либо достигает такого большого значения, что необходимо принимать меры к его отключению с целью предотвращения разрушения.

При современном уровне развития ветроэнергетических установок условия их экономически оправданной эксплуатации в зависимости от среднегодовой скорости (V) можно приближенно оценить следующим образом [5]: при скорости $V_c < 3$ м/с - бесперспективные для любых ВЭУ; при скорости $3 \leq V < 3,5$ м/с – малоперспективные, при $3,5 \leq V_c < 4$ м/с - перспективные для ВЭУ малой мощности, при $4 < V_c < 5,5$ м/с - перспективные для малой и большой мощности и при $V \geq 5,5$ м/с - перспективные для всех ВЭУ.

В таблице 1 [6] представлен ряд нескольких ветроэнергетических установок (ВЭУ) малой мощности (до 30 кВт) и их основные технические характеристики. Они могут использоваться в индивидуальных жилых застройках, а также на предприятиях агропромышленного комплекса.

Для оценки ветроэнергетического потенциала, его возможного вклада в энергосбережение необходимо иметь характеристики распределения ветра по территории и во времени.

Казахстан по своему географическому положению находится в ветровом поясе северного полушария, и на значительной части территорий страны наблюдаются достаточно сильные воздушные течения. В ряде регионов Казахстана среднегодовая скорость ветра составляет порядка 6 м/с и выше, что делает эти регионы привлекательными для развития ветроэнергетики. В этой связи Казахстан рассматривается как одна из наиболее подходящих стран мира для использования ветроэнергетики.

Для оценки ветрового режима и ветроэнергетического потенциала Костанайской области были использованы данные нескольких гидрометеорологических станций. Основными климатическими характеристиками скорости ветра служат средняя скорость, стандартное, (среднеквадратичное) отклонение (s), коэффициент вариации (C_v), повторяемость различных скоростей, максимальная скорость, распределение скоростей в течение суток и года.

Скорость ветра определяется в первую очередь структурой барического поля атмосферы (особенностями атмосферной циркуляции). Большое влияние на режим ветра оказывают также местные условия наличие водных объемов, особенности рельефа и подстилающей поверхности и т.п. Наименьшая скорость ветра наблюдается в малоградиентных барических полях.

Коэффициент вариации C_v , характеризующий временную изменчивость значений скорости относительно средней, не очень большой и меняется по территории сравнительно мало, от 0,13 до 0,36. Это свидетельствует об относительно стабильном во времени и по территории режиме ветра.

На рисунке 1 показан ветровой атлас Костанайской области с обозначением категорий скорости ветра на высоте 80 метров.

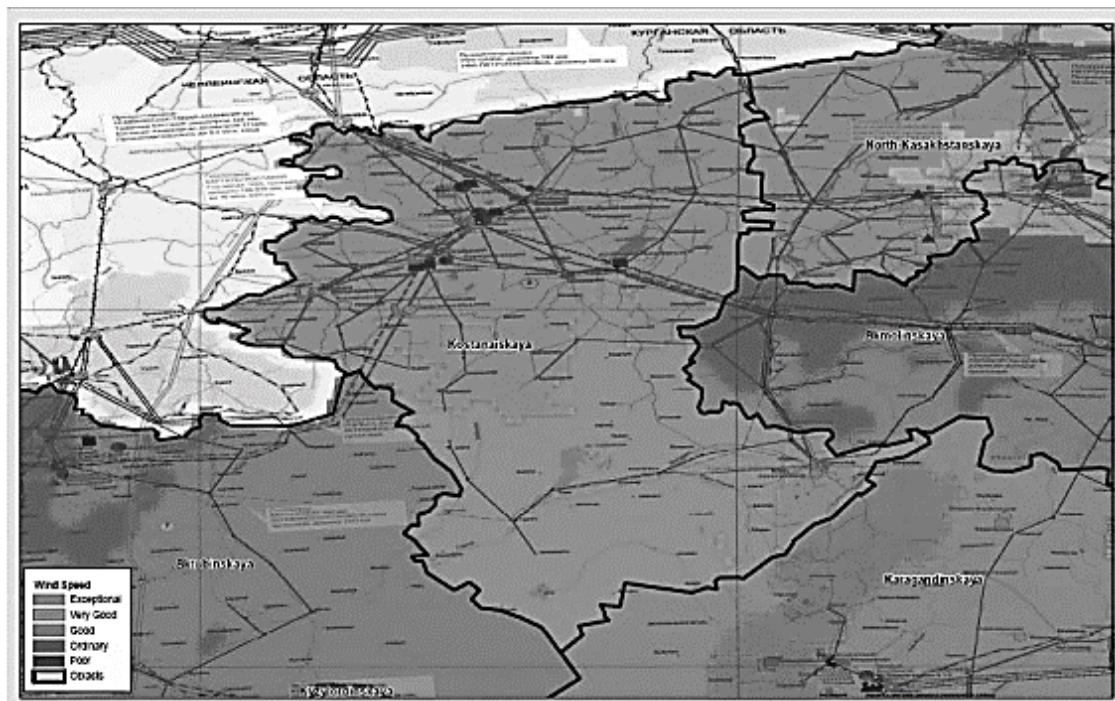


Рисунок 1 – Ветровой атлас Костанайской области

Таблица 1 - Технические характеристики ВЭУ (мощностью 30 кВт) [5]

№	Марка агрегата	Диаметр ветроколеса, м	Высота до оси ветроколеса, м	Масса ветроколеса, кг	Мощность, кВт	Диапазон рабочих скоростей, м/с	Номинальная скорость, м/с
1	ВЭТУ-1,5	1,8 – 2,52	4,25; 7,25; 10,25	150	-	5-40	-
2	АВЭУ-0,3-2,4	2,4	6	165	0,65-0,75	23	-
3	АВЭ-2-4,5	4,5	8,3	600	2,25	4-40	9,6
4	ВД6	5,5	17,86	1500	3	23	9
5	ВЭУ-10-10	10	11,6	2800	18,5	21	8,5
6	АВЕС4.00.00 00.СБ	2	6	200	19	23	-
7	ЭСО-0020	-	-	-	20	25	-

Результаты исследований

Для целей ветроэнергетики особый интерес представляет распределение скоростей ветра по градациям скорости. В таблице 2 приведена повторяемость скоростей ветра и штилей по градациям для станций Костанайской области.

В зимнее время над бассейном вдоль параллели 50° с.ш. обычно образуется полоса повышенного атмосферного давления – отрог сибирского антициклона. К северу от нее преобладают ветры южного и юго-западного, а к югу – северного и северо-восточного направлений. В летний период господствующими являются ветры северных и северо-западных направлений [3].

Анализ статистических данных Костанайской области показывает, что средняя многолетняя скорость ветра на станциях Костанайской области меняется в пределах от 3 до 6 м/с. Среднее значение скорости ветра по области - 2,5 м/с.

Среднемноголетняя повторяемость основных направлений ветра, по данным РГП «Казгидромет», приводится в таблице 2 и рисунке 2.

Ветровая деятельность характерна для всех времен года, но наивысшей активности они достигают весной и зимой. Весной и летом часты сильные суховеи, которые увеличивают и без того значительную испаряемость и способствуют развеванию почв [2].

Таблица 2 - Повторяемость направления ветра и штилей, %

Станция	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	Штиль
Костанай	15	7	6	9	27	16	11	9	15

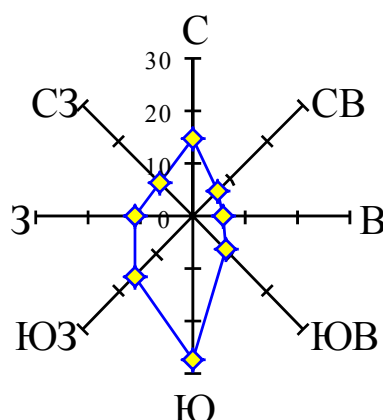


Рисунок 2 – Роза ветров. Повторяемость направлений ветра (%) по метеостанциям Костаная

Для более эффективного использования ветровой энергии, согласно исследованиям различных авторов, ветровое колесо ВЭУ необходимо располагать на больших высотах: 30- 100 м и выше, так как скорость ветра с высотой увеличивается по логарифмическому закону [8]. Авторами [1, 3] показано, что скорости ветра на высоте 30 м выше в 1,7 раза (в среднем), на высоте 100 м - в 2,4 раза. При этом среднегодовые скорости воздушных потоков на стометровой высоте превышают 7 м/сек. Если для установки ВЭУ выйти на высоту 100 м, используя подходящую естественную или искусственную возвышенность, практически на всей территории Костанайской области можно эффективно использовать ветроагрегаты. Для более точной оценки ветроэнергетического потенциала при условии расположения ВЭУ на высоте 100 м необходимо использовать аэрологические наблюдения.

Выводы

Рассмотрев основные характеристики ветра на высоте расположения ветроизмерительных приборов (10-14 м) по станциям Костанайской области, можно сделать следующие предварительные выводы:

- территория Костанайской области относится к перспективным районам для непрерывного использования ветровой энергии в течение года;
- ветровая энергия может служить источником энергии с целью энергосбережения предприятий агропромышленного комплекса;
- зона наибольшей плотности ветровой энергии практически совпадает с районами максимума средней скорости ветра (северные районы Костанайской области).

Литература

1. *Тажиев И.Т.* Энергия ветра – база электрификации сельского хозяйства. Л.: Гос. Энерг., изд., 1952, 192с.
2. *Исаев А.А.* Прикладная климатология. М: Изд-во МГУ, 1989, 88с.
3. *Дробышев А.Д., Пермяков Ю.А.* Ветровая энергия и её возможный вклад в ресурсосбережение и экологию Прикамья. Учебное пособие Пермь: Изд-во Перм. ун-та, 1997, 112 с.
4. *Маркус Т.А., Моррис Э.Н.* Здания, климат и энергия. Л. 1985, 544с.
5. *Де Реузо Л.* Ветроэнергетика. М.: Энергоатомиздат, 1982, 271с.
6. *Кудря С., Коваленко В., Коханевич В., Шихайлов М.* Универсальная ветроэнергетическая установка для сельского хозяйства // Материалы 2-й межд. Конф. По управл. Использованием энергии (Львов, 3-6 июня 1997 г.), С. 149-150
7. *Калашиников Н.П.* Альтернативные источники энергии. М.: Знание 2008.
8. *Кононов Ю.Д.* Энергетика и экономика. Проблемы перехода к новым источникам энергии. — М.: Наука, 2009.
9. Ревелль П., Ревелль Ч. «Энергетические проблемы человечества» Мир, 2005.

Shynybay Zh.S., Sapa V.Y., Yessimkhanov S.B., Bondarenko S.A.,

IMPROVING THE ENERGY EFFICIENCY OF RENEWABLE ENERGY SOURCES IN AGRICULTURAL ENTERPRISES

The article reflects the perspectives, problems and solutions of wind energy for agro-industrial enterprises Kostanai region. The main dependence for determining the energy efficiency of wind turbines. Defined statistics of wind activity Kostanai region.

*Keywords:*energy source, electricity, power, generator, wind.

Шыныбай Ж.С., Сапа В.Ю., Есимханов С.Б., Бондаренко С.А.

ЖАҢҒЫРМАЛЫ ЭНЕРГИЯ КӨЗДЕРІ ҚОНДЫРҒЫЛАРЫНЫҢ ЕСЕБІНЕН АГРОӨНЕРКӘСІП КЕШЕНІНІҢ КӘСІПОРЫНДАРЫНЫҢ ЭНЕРГЕТИКАЛЫҚ ТИІМДІЛІГІН ЖОҒАРЛАТУ

Мақалада Қостанай облысы агроөнеркәсіп кешенінің кәсіпорындары үшін жел энергиясының келешегі, мәселелері және пайдалану жолдары келтірілген. Жел қондырғыларының энергетикалық тиімділігін анықтау үшін негізгі тәуелділіктер ұсынылды. Қостанай облысының жел белсенділігінің статистикалық мәліметтері анықталды.

*Кілт сөздер:*энергия көзі, электрэнергетикасы, қуат, генератор, жел.