

УДК 620.92

Тлеуов А.Х., Пястолова И.А., Тлеуова А.А., Оськина А.С.

*Казахский агротехнический университет им. С. Сейфуллина*

## МОНИТОРИНГ ВЕТРОВЫХ УСЛОВИЙ ВЕТРОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ ГОРОДА АСТАНА

### **Аннотация**

Основой всех ветроэнергетических расчетов является ветроэнергетический кадастр, который представляет собой совокупность аэрологических и энергетических характеристик ветра, позволяющих выявить его энергетическую ценность и определить возможные режимы работы ветроустановок.

Аэрологические характеристики ветрового потока, которые являются исходными данными для разработки ветроэнергетического кадастра, в большинстве случаев определяются по результатам наблюдений.

Проведенные исследования показали, что течение воздушных потоков в верхних слоях атмосферы происходит с меньшими пульсациями, чем внизу, вблизи земной поверхности.

**Ключевые слова:** возобновляемые источники энергии, ветроэлектрические станции, скорость ветра, закон распределения Вейбулла.

### **Введение**

За рубежом нетрадиционная энергетика начала всерьез развиваться после нефтяного кризиса середины 1970-х годов.

И хотя на первых порах ветроэнергетические станции (ВЭС) не давали прибыли, власти ряда стран дотировали отрасль. Сегодня мировая ветроэнергетика вышла на прибыль и существует без каких-либо дотаций, но в условиях активного госрегулирования.

Ветроэнергетика как сектор энергетики присутствует в более чем 50 странах мира. До сих пор ветроэнергетика наиболее динамично развивалась в странах ЕС, но сегодня эта тенденция начинает меняться. Всплеск активности наблюдается в США и Канаде, в то время как в Азии и Южной Америке возникают новые рынки [1].

Потенциал ветряных электростанций в Казахстане в 10 раз превышает потребность страны в электроэнергии. Сейчас вся энергетика Казахстана базируется на угольном топливе. Это связано с тем, что страна располагает значительными запасами угля, которого хватит еще на 200-300 лет. Тепловые электростанции (ТЭЦ) производят порядка 85 процентов всей электроэнергии в стране.

Однако ввиду изношенности ТЭЦ и их низкой экологичности в Казахстане необходимо строить усовершенствованные тепловые электростанции или переходить к возобновляемым источникам энергии (ВИЭ), то есть к ветро-, гидро- и солнечным электростанциям.

Все области Казахстана имеют потенциал для строительства ветряных электростанций. К примеру, в Алматинской области ветрогенераторы можно установить в районе горного перевала Кордай, в Шелекском коридоре и в Джунгарских воротах. В сумме эти три электростанции смогут выдавать мощность порядка 900 мегаватт, или 2,5 миллиарда киловатт-часов в год. Этого хватило бы для всей Алматы, при учете, что в период пиковых нагрузок (в вечернее время), или во время безветренной погоды к подаче энергии будут подключаться резервные источники, например, гидроэлектростанции.

Вопрос производства электроэнергии в Казахстане стоит довольно остро. Это

связано с изношенностью существующих электростанций и большим количеством вредных выбросов, которые сопровождают их работу [1].

### Постановка задачи

Различные препятствия на земной поверхности сильно влияют на скорость и направление воздушных течений. Это влияние по мере увеличения высоты над земной поверхностью уменьшается и на некоторой высоте оно почти пропадает.

Основой всех ветроэнергетических расчетов является ветроэнергетический кадастр, который представляет собой совокупность аэрологических и энергетических характеристик ветра, позволяющих выявить его энергетическую ценность и определить возможные режимы работы ветроустановок [2].

В соответствии с этим цель настоящей статьи заключается в обосновании основных кадастровых характеристик ветра в районе будущего строительства ветроэлектрической станции близ г.Астана.

### Методы решения

Методическую основу исследований составил системный подход, анализ первичной информации, экспертные опросы, мониторинг средств массовой информации (СМИ), специализированные базы данных, мониторинг официальной статистики, специальные и отраслевые издания.

### Полученные результаты

Основным фактором, напрямую влияющим на мощность ветроустановки, в первую очередь является скорость ветрового потока. Скорость ветра зависит от многих климатообразующих факторов, от земной поверхности данного участка и от высоты ветроколеса.

Известно, что чем выше объект находится над земной поверхностью, тем меньше на него оказывается атмосферное давление и меньше препятствий у земной поверхности, то есть чем выше расположено ветроколесо, тем выше, в результате, скорость ветровых потоков, соответственно мощность, вырабатываемая ветроколесом, возрастает:

$$P = \frac{1}{3} \rho v^3 . \quad (1)$$

Изменение скорости ветрового потока в зависимости от высоты ветроколеса над поверхностью земли определяется следующим образом [1]:

$$v = v_1 \frac{\ln h / h_0}{\ln h_1 / h_0} , \quad (2)$$

где  $v$  – скорость ветра на высоте  $h$ ;

$v_1$  – скорость ветра на высоте  $h_1$ ;

$h_0$  – на которой скорость ветра равна нулю.

Таблица - 1. Среднемесячные статистические показатели изменения скорости ветра.

Показатель	Месяц			
	январь	апрель	Июль	октябрь
математическое ожидание	5.64	5.45	3.57	4.68
среднеквадратичное отклонение	3.47	2.29	1.80	2.05

В качестве доказательства вышесказанного, проведем ряд расчетов. Воспользуемся данными о среднегодовых скоростях отдельных регионов страны: Астана - 4,24 м/с (данные получены в результате исследовательских работ на высоте 10 м.) [3,5].

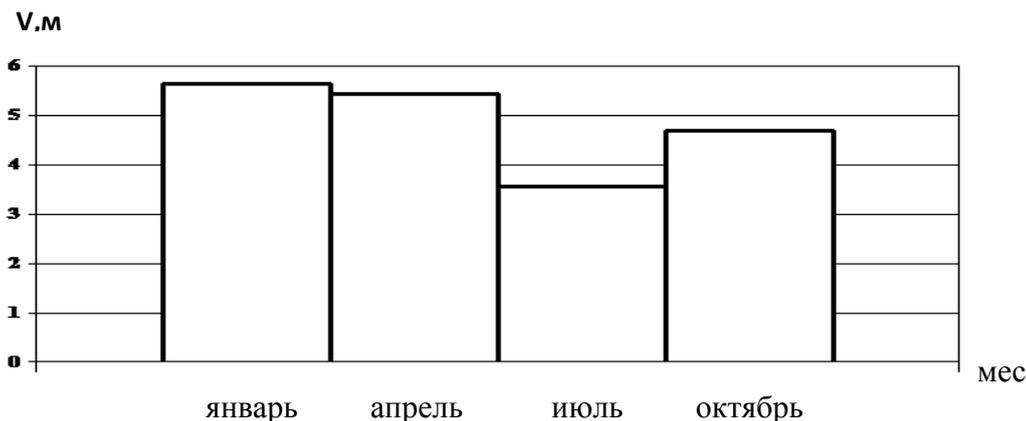


Рис.2 - График изменения среднемесячных скоростей ветра за период  
 Далее пользуясь уравнением (2) производим расчеты для высот 20, 30, 40 и 50 м:

$$g_{20} = g_{\text{сп}} \frac{\ln h_{20} / h_{10}}{\ln h / h_0} = 4,24 \frac{\ln 100}{\ln 50} = 4,99$$

Изменение по сравнению с 10 м - 0,75 м (118 %)

$$g_{30} = g_{\text{сп}} \frac{\ln h_{30} / h_{10}}{\ln h / h_0} = 4,24 \frac{\ln 150}{\ln 50} = 5,43$$

Изменение по сравнению с 10 м - 1,19 м (128 %)

$$g_{40} = g_{\text{сп}} \frac{\ln h_{40} / h_{10}}{\ln h / h_0} = 4,24 \frac{\ln 200}{\ln 50} = 5,74$$

Изменение по сравнению с 10 м - 1,5 м (135 %)

$$g_{50} = g_{\text{сп}} \frac{\ln h_{50} / h_{10}}{\ln h / h_0} = 4,24 \frac{\ln 250}{\ln 50} = 5,98$$

Изменение по сравнению с 10 м - 1,74 м (141 %).

Результаты моделирования показывают, что увеличение высоты башни ВЭУ с 10 до 50 м приводит к увеличению скорости ветра на 40 %, а мощность зависит в 3 степени.

Следовательно, выбор того или иного математического аппарата для обработки метеорологических данных и надежности получаемых характеристик ветрового потока зависит от длительности наблюдений (количества и вида данных), а также от поставленной цели исследований [4].

Длительность выборки для анализа низкочастотных процессов можно установить по следующему выражению:

$$T = NT_0 = \frac{T_0}{\delta^2 F_1(x)}, \quad (3)$$

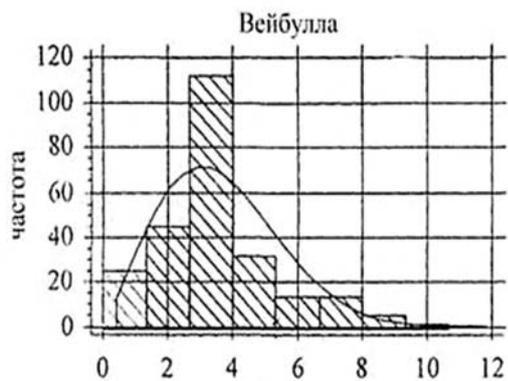
где  $T$  – продолжительность анализа на данном уровне;

$T_0$  – интервал между наблюдениями;

$N$  – количество наблюдений;

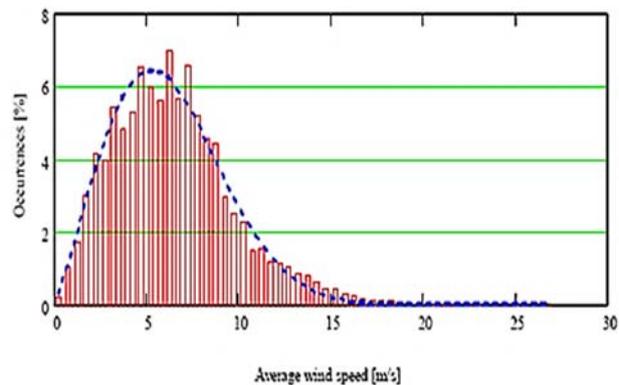
$F_1(x)$  – вероятность события;

$\delta$  – допустимая погрешность измерения.



среднее – 2,4, параметры закона Вейбулла – 2,12 и 4,14

Рис.3 - Закон распределения скоростей ветра для высоты 10 м



среднее – 6,51, параметры распределения Вейбулла – 7,02 и 2,16

Рис. 4 - Распределение скорости ветра и параметры Weibull на высоте 51 м

В соответствии с договоренностями между акиматом г. Астана и ПРООН в рамках проекта ПРООН по ветроэнергетике на площадке г. Астана в октябре 2006г была установлена метеомачта высотой 50 м и были произведены годовые замеры скорости и направления ветра. Замеры производились в соответствии с международными стандартами в области измерений скорости ветра для оценки ветрового потенциала (IEA/IEC). Верификация, обработка данных и оценка ветрового потенциала проводилась при участии междуна-родной компании «PB Power», Австралия.

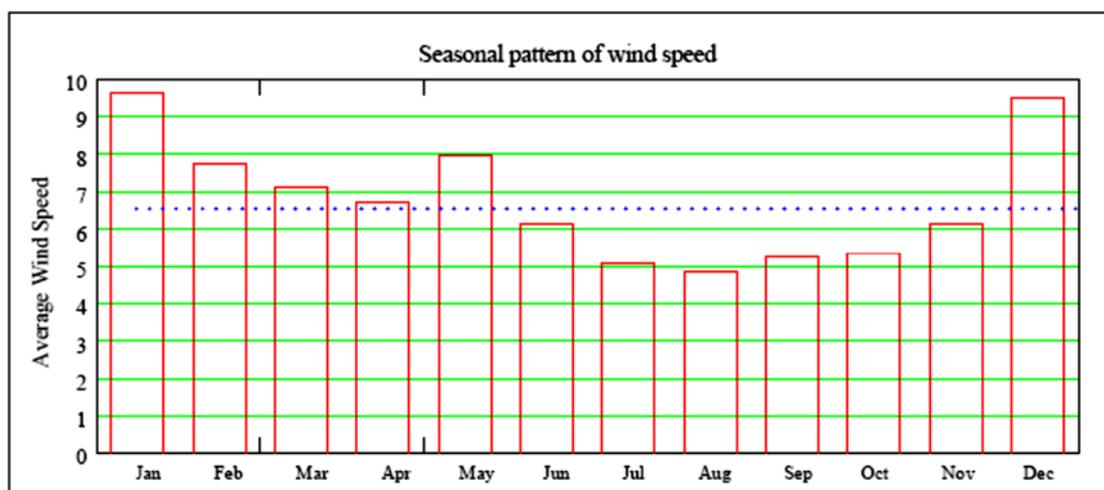


Рис. 5 - Ежемесячные средние скорости ветра на высоте 50 м

Ветры нижних слоев следуют рельефу местности. Встречающиеся при этом неровности вызывают вихри, неблагоприятные для работы ветродвигателей. Неустойчивость ветра как по скорости, так и по направлению простирается в высоту около 80 м над землей.

Подстилающая поверхность и рельеф местности также оказывают очень большое влияние на скорость ветра.

#### Выводы

Проведенные исследования показали, что течение воздушных потоков в верхних слоях атмосферы происходит с меньшими пульсациями, чем внизу, вблизи земной поверхности. Наблюдения изменений скорости ветра с высотой над различными видами

подстилающей поверхности показывают, что наибольшее снижение скорости ветра близ поверхности земли вызывается городской застройкой, хотя бы и на равнине.

Увеличение высоты ВЭУ приводит к увеличению скорости ветрового потока, но при этом структура его не меняется, т.е. закон распределения остается тем же, только изменяются показатели закона Вейбулла.

Результаты моделирования показывают, что увеличение высоты башни ВЭУ с 10 до 50 м для условий г. Астаны приводит к увеличению скорости ветра на 40 %.

Согласно (1) мощность ветрового потока изменяется в 3 степени.

### Литература

1. *Тлеуов А.Х., Тлеуов Т.Х.* Использование нетрадиционных видов энергии в Казахстане. – Алматы: Білім, 1998. -204 с.

2. *Тлеуова А.А., Аяпбергенов К.М., Тлеуов А.Х.* Рекомендации по использованию ветроэнергетических установок в агропромышленном комплексе.-Астана, КазАТУ, 2008. – 81 с.

3. *Тлеуова А.А., Тлеуов А.Х., Оськина А.С.* Определение средних скоростей ветра Акмолинской области.//Вестник науки КазГАТУ.- Астана, 2006. -№2(41).-6 с.

4. *Бендат Дж., Пирсол А.* Прикладной анализ случайных данных.- М.: Мир, 1989.- 540 с.

5. Строительные нормы и правила РФ. Строительная климатология. СНиП 23-01-99. Государственный Комитет РФ по строительству и ЖКХ (Госстрой России). Москва, 2003.

Тлеуов А.Х., Пястолова И.А., Тлеуова А.А., Оськина А.С.

### АСТАНА ҚАЛАСЫ СТАНЦИЯЛАРЫН ЖЕЛДІҢ ЖЕЛ ЭЛЕКТРЛІК ШАРТТАРДЫҢ БАРЛАУЫ

#### *Аңдатпа*

Жел барлық есептеулер негізі энергетикалық құнын анықтау мақсатында және жел турбина пайдалануға ықтимал режимдерін анықтау үшін оған мүмкіндік аэрологиялық жел және энергетикалық сипаттамаларын тіркесімі жел энергиясы кадастры болып табылады.

Бақылау нәтижелері бойынша анықталған ең жағдайларда жел энергиясы кадастрын әзірлеу үшін бастапқы деректер болып табылады аэрологиялық жел ағыны сипаттамалары.

Зерттеулер ауаның өту кезінде атмосфераның жоғарғы қабаттарындағы Жер бетіне жақын, төменгі жағында кішірек ауытқуына туындайды екенін көрсетті.

**Кілт сөздер:** жаңартылатын энергия көздері, жел электр станциясы, желдің жылдамдығы, Вейбулл тарату заңы.

Tleuov A., Pyastolova I., Tleuova A., Oskina A.S.

### MONITORING OF WIND POWER STATION IN ASTANA

#### *Summary*

The basis of all calculations of wind is wind energy inventory, which is a combination of upper-air wind and energy characteristics that enable it to identify the energy value and to determine the possible modes of wind turbines operation.

Upper-air wind flow characteristics, which are the initial data for the development of wind energy cadastre, in most cases determined by the results of observations.

Studies have shown that in the upper layers of the atmosphere during the air flow occurs with smaller fluctuations than at the bottom, near the Earth's surface.

**Keywords:** renewable energy, wind power station, wind speed, Weibull distribution.

УДК 621.3.027.3

Шоқаева Н.С., Байсенова Г.С.

*Казахский национальный аграрный университет*

## РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОВЫШЕНИЮ КАЧЕСТВА И ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ОСВЕЩЕНИЯ В ЖИЛОМ ПОМЕЩЕНИИ

### Аннотация

В статье рассматриваются параметры, которые влияют на повышение качества и энергоэффективности электрического освещения в жилых и общественных помещениях, а именно такими основными характеристиками ламп, как потребляемая мощность, световой поток, освещенность, индекс цветопередачи, цветовая температура.

**Ключевые слова:** конструкция ламп, светодиодная лампа, светильник, линза, световой поток, цветопередача, рассеиватель, мощный светодиод, цоколь.

### Введение

Целью данной работы является проведение исследований для выявления причин и факторов наиболее влияющих на качество и энергоэффективность электрического освещения. Порой мало кто задумывается о правильно подобранном освещении, приобретая лампы основываясь только на стоимости или на бренде. Качество освещения играет очень важную роль в деле выполнения зрительных задач, подчёркивает особенности архитектурных сооружений и поддерживает биологические функции организма человека. Для чистоты эксперимента используется замкнутое помещение без естественного освещения. Данные эксперименты и их анализ посвящен выявлению факторов, на которые необходимо ориентироваться потребителям, задумывающихся о качестве и энергоэффективности освещения.

### Методы исследования

Для проведения экспериментов были выбраны три типа ламп, две из которых являются светодиодными, а другой тип – компактной люминесцентной лампой. Приведем общую конструкцию для всех светодиодных ламп на рисунке 1 [1]:



Рисунок 1 – Общая конструкция светодиодных ламп