

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА И ОЦЕНКА ПРЕДПОЧТИТЕЛЬНЫХ МЕСТ РАЗМЕЩЕНИЯ ОБЪЕКТОВ ВЕТРОЭНЕРГЕТИКИ

*С. А. Орынбаев, докторант, Б.К. Байбутанов, докторант, С.С. Молдахметов, докторант
Казахский национальный технический университет им. К. И. Сатпаева*

Аннотация: В работе проведено исследование оценки ветроэнергетического потенциала местности, расположенной на юге Республики Казахстан. Используются статистические методы обработки данных ветра, с целью объективного прогнозирования потенциала (дифференциальная и интегральная повторяемости скоростей ветра) по градациям. Определены важные коэффициенты в функции распределения Вейбулла, учитывающие условия местности.

Ключевые слова: ветроэнергетический потенциал, удельная мощность, среднегодовая скорость ветра, градации ветра

Введение. Исходя из природно-климатических условий Казахстана, особенностей территории и в связи с низкой плотностью населения, можно рекомендовать для улучшения условий электроснабжения и покрытия определенной части дефицита электрической энергии, особенно для наиболее удаленных от источников энергоснабжения потребителей, использование энергии ветра. Однако информация для принятия решения о целесообразности использования данного источника возобновляемой энергии и выборе конкретного типа установки является достоянием узкого круга специалистов и в большинстве случаев недоступна широкому потребителю.

Цель работы. Определение ветроэнергетического потенциала по интересующей территории (в частности Жамбылской области) и предпочтительных мест размещения объектов ветроэнергетики.

Материал и результаты исследования. Для эффективного использования энергии ветрового потока необходимо иметь исчерпывающую информацию о нем. Общеметеорологические характеристики, даваемые метеостанциями, для этого недостаточны.

Основой всех ветроэнергетических расчетов является ветроэнергетический кадастр. К числу основных кадастровых характеристик ветра относятся: среднегодовая скорость, годовой и суточный ход, повторяемость скоростей ветра по градациям, распределение ветровых периодов и периодов затишья по длительности, максимальная скорость, удельная мощность и удельная энергия ветрового потока, ветроэнергетические ресурсы района [1].

На метеостанциях Республики Казахстан измерения скорости ветрового потока производятся на высоте 10 м от земной поверхности, т.е. согласно стандартной методике, и степень открытости у них достаточно высокая. Но так как метеостанции, находятся только при областных центрах, то информация, полученная от них часто не является достоверной для районов, находящихся на значительном расстоянии. Так нами были произведены измерения скорости ветра в Жамбылском районе Алматинской области. Измерения были проведены с помощью прибора Fluke 985 и программного обеспечения Fluke View. Был получен массив, отражающий значения скоростей ветра с интервалом в 10 минут на высоте 10 м на протяжении целого года (2013 года). В результате было получено 52703 значения. Климатические градации ветра для данного района приведены в табл. 1.

Обработка данных регулярных наблюдений показывает, что годовое (месячное) распределение плотности вероятности частот повторяемости скоростей ветра может быть с достаточной точностью описано статистической функцией Вейбулла, имеющей два параметра [2].

Таблица 1 - Вероятность скоростей ветра по градациям (в % от общего числа случаев)

Градация скорости	0,1...1	1...2	2...3	3...4	4...5	5...6	6...7	7...8	8...9
Число случаев в данной градации	774	2653	4882	7791	8769	8894	6626	4498	3173
Повторяемость, %	1,4686071	5,033869	9,26323	14,78284	16,63852	16,8757	12,57234	8,534619	6,02053

продолжение таблицы 1

Градация скорости	9...10	10...11	11...12	12...13	13...14	14...15	15...16	16...17
Число случаев в данной градации	2341	1262	566	211	131	119	13	0
Повторяемость, %	4,441872	2,394551	1,073943	0,400357	0,248563	0,225794	0,02467	0

Используя данную функцию, можно построить кривую распределения вероятности повторения скоростей ветра, по которой рассчитывается указанная продолжительность.

Распределение Вейбулла имеет вид:

$$f(v) = \frac{\gamma}{\beta} \cdot \left(\frac{v}{\beta}\right)^{\gamma-1} \cdot \exp\left[-\left(\frac{v}{\beta}\right)^{\gamma}\right] \quad (1)$$

где β - параметр масштаба, численно близкий к величине среднего значения скорости ветра, м/с;

γ - параметр формы кривой распределения;

v - градация скорости ветра, м/с.

Параметры распределения γ , β находим из зависимостей [2].

Рассчитываем дифференциальную и интегральную зависимости повторяемости скорости ветра (табл. 2).

Таблица 2 - Дифференциальная и интегральная повторяемости скорости ветра

Градация скорости	0,1...1	1...2	2...3	3...4	4...5	5...6	6...7	7...8	8...9	9...10
Среднее значение градации	0,5	1,5	2,5	3,5	4,5	5,5	6,5	7,5	8,5	9,5
Дифференциальная повторяемость	1,7	6,4	11,1	14,4	15,6	14,83	12,46	9,37	6,34	3,86
Интегральная повторяемость	1,7	8,1	19,2	33,6	49,2	64,03	76,49	85,86	92,2	96,06

продолжение таблицы 2

Градация скорости	10...11	11...12	12...13	13...14	14...15	15...16	16...17
Среднее значение градации	10,5	11,5	12,5	13,5	14,5	15,5	16,5
Дифференциальная повторяемость	2,12	1,05	0,47	0,19	0,07	0,02	0,01
Интегральная повторяемость	98,18	99,23	99,7	99,89	99,96	99,98	99,99

Указанные зависимости представим в графическом виде (рис. 1).

Природные ветроэнергетические ресурсы (ветроэнергетический потенциал) определяются как среднегодовая удельная мощность ветрового потока:

$$N_{\text{уд}} = \frac{\mathcal{E}_{\text{год,уд.}}}{T_{\text{год}}}, \quad [\text{Вт/м}^2] \quad (2)$$

$\mathcal{E}_{\text{год,уд.}}$ - удельная годовая энергия ветрового потока, [кВт/ч];

$T_{\text{год}} = 8760$ – число часов в году.

Имея годовое распределение скорости ветра по градациям, можно определить энергию каждой градации ($\Delta \mathcal{E}_{гр}$) и операцией дискретного суммирования получить $\mathcal{E}_{год.уд.}$

$$\mathcal{E}_{год.уд.} = \sum_0^{v_{max}} \Delta \mathcal{E}_{гр} = \sum_0^{v_{max}} N(\Delta t_{гр}) = \frac{1}{2} \rho T_{год} \sum_0^{v_{max}} v^3 dF = 0.613 \cdot 8760 \cdot \sum_0^{v_{max}} v^3 dF, [\text{Вт} \cdot \text{ч}] \quad (3)$$

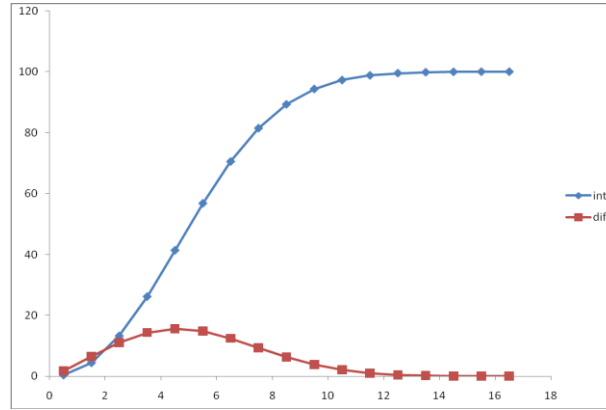


Рисунок 1 - Интегральная и дифференциальная повторяемости скорости ветра

Выполнив соответствующие расчеты по вышеуказанным формулам, получим удельную годовую энергию ветрового потока и удельную мощность ветрового потока для данного района $\mathcal{E}_{год.уд.} = 1344612,44 \text{ Вт} \cdot \text{ч}$ и $N_{уд} = 153,494 \text{ Вт/м}^2$.

Выводы. По результатам, проведенных измерений и вычислений, можно сказать, что данный район относится к районам с хорошим ветроэнергетическим потенциалом. Структуру проведения данных расчетов по определению ветроэнергетического потенциала можно применить также для других районов, расположенных отдаленно от стационарных метеостанции.

ЛИТЕРАТУРА

1. РД 52.04.275 «Методические указания. Проведение изыскательских работ по оценке ветроэнергетических ресурсов для обоснования схем размещения и проектирования ветроэнергетических установок».
2. Елистратов В.В., Кузнецов М.В., Теоретические основы нетрадиционной и возобновляемой энергетики, ч.1, Определение ветроэнергетических ресурсов региона. Учебное пособие. - СПб.: Изд-во СПбГПУ, 2003. - 49с.
3. Харитонов В.П. Автономные ветроэнергетические установки. – М: ГНУ ВИЭСХ, 2006. - 275с.