

УДК 697.1:536.2

КРИТЕРИИ ВЫБОРА МЕСТ ДЛЯ УСТАНОВКИ ВЕТРЯНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ В ТУРКМЕНИСТАНЕ И ОЦЕНКА ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ

К. А. САРЫЕВ, С. К. НАЗАРОВ, Н. А. АЛЛАНАЗАРОВ

*Государственный энергетический институт
Туркменистана, г. Мары*

Представлены расчеты для проведения проектных работ, предусмотренных Государственной программой, утвержденной уважаемым Президентом Туркменистана. Числовые данные и измерения, использованные в расчетах, были получены на метеостанции «Davis Vantage Pro 2 Plus», установленной в независимой энергоснабжающей лаборатории Государственного энергетического института Туркменистана. Полученные данные были использованы для определения производительности ветряной электростанции мощностью 2 кВт, находящейся в Государственном энергетическом институте Туркменистана. На основе соответствующих расчетов была определена среднегодовая мощность ветряной электростанции. Полученные данные могут быть использованы как для оценки потенциала энергии ветра в регионе, так и для определения месторасположения ветряных электростанций.

Ключевые слова: альтернативная энергетика, ветроэнергетические ресурсы, критерии выбора месторасположения ветряных электростанций.

CRITERIA FOR SELECTING SITES FOR INSTALLING WIND POWER PLANTS IN TURKMENISTAN AND THE ASSESSMENT OF WIND POWER RESOURCES

K. A. SARIEV, S. K. NAZAROV, N. A. ALLANAZAROV

State Power Institute of Turkmenistan, Mary

The article presents the results the calculations for carrying out design work provided for by the State Program approved by the distinguished President of Turkmenistan. The numerical data and measurements used in the calculations were obtained at the “Davis Vantage Pro 2 Plus” weather station, installed in the independent power supply laboratory of the State Power Institute of Turkmenistan. The data obtained were used to determine the productivity of a 2 kW wind farm located at the State Power Institute of Turkmenistan. Based on the relevant calculations, the average annual capacity of the wind farm was determined. The obtained data can be used both to assess the potential of wind energy in the region and to determine the location of wind power plants.

Keywords: alternative energy, wind energy resources, criteria for choosing the location of wind power plants.

Введение

В Конституции Нейтрального Туркменистана и в книгах высокоуважаемого Президента Гурбангулы Бердымухамедова большое внимание уделяется внедрению экологически чистых и безотходных инновационных технологий в различные отрасли экономики, а также защите окружающей среды от парниковых газов и вредных выбросов в атмосферу [1]–[3].

В своих выступлениях Президент Туркменистана Гурбангулы Бердымухамедов последовательно подчеркивает, что Туркменистан отводит особую роль вопросам энергоэффективности и энергосбережения с использованием возобновляемых источников энергии. Как показывает мировой опыт, успешная реализация этой задачи остается одной из первоочередных не только для дальнейшего развития общества,

но и для защиты окружающей среды – биосферы. Бережное отношение к сохранению естественной природной среды – один из ключевых компонентов современного энергетического цикла. Среди наиболее перспективных способов решения этой задачи – привлечение новых энергосберегающих технологий с использованием возобновляемых источников энергии [4].

Одним из основных видов альтернативных источников энергии является энергия ветра. По мнению мировых ученых, общий потенциал энергии ветра варьируется в зависимости от их воздействия на все шесть континентов. Общий объем энергии ветра, доступной для технического использования, оценивается в 53000 ТВт·ч в год. Это более чем вдвое превышает прогнозируемое потребление электроэнергии в мире к 2020 г. [5].

Целью данной работы является оценка ветроэнергетических ресурсов Туркменистана в условиях города Мары и проведение соответствующих расчетов по эффективности применения ветряных электрических станций, а также предлагается способ вычисления, при помощи которого можно точно оценить ветроэнергетические ресурсы и выбрать местность для внедрения ветряных энергетических установок.

Основная часть

В зависимости от условия местоположения ветряной электростанции определяется возможность бесперебойного снабжения станции источниками энергии ветра и измерения скорости ветра. Таким образом, при небольшом увеличении средней скорости ветра можно значительно увеличить количество производимой энергии. Именно этот показатель (средняя скорость ветра) оказывает наибольшее влияние на финансовую и экономическую рентабельность проекта.

На 40 % территории Туркменистана выгодно использовать энергию ветра. Использовать энергию ветра удобнее в северо-западных районах, где средняя скорость ветра в течение года превышает 4 м/с. На северных берегах Каспийского моря удельный воздушный поток большой (110–135 Вт/м²). Потенциал энергии ветра считается очень высоким в направлении Балкан–Копетдаг, и его значение составляет 150 Вт/м². Удельная энергия ветра между центральными областями и северной границей – не более 100 Вт/м². В целом ветряной потенциал составляет 5,5 млрд т у. т.

Но прежде чем выбрать площадку для размещения ветровых установок и правильно оценить ресурсы ветра на территории Туркменистана, необходимо решить некоторые вопросы, связанные с проектированием. Для решения этой важной задачи надо определить среднегодовую скорость ветра (на разных высотах), годовое и суточное направления ветра, повторение скорости ветра, а также минимальную и максимальную скорости ветра в районе, в котором планируется осуществление данного проекта.

В настоящее время ветроэнергетические установки широко используются для бесперебойного электроснабжения не только в удаленных от центрального энергоснабжения селах, но и различными энергопотребляющими объектами. В связи с этим в областях, которые соответствуют характеристикам ветра, описанным выше, электричество генерируется ветровыми установками и используется прямое подключение к центральной сети.

Для обеспечения устойчивого развития в секторах экономики Туркменистана, развития альтернативной энергетики Туркменистан не только диверсифицирует запасы топлива и энергии, но также сокращает выбросы углекислого газа, что будет способствовать развитию инновационных технологий в промышленности. С целью использования возобновляемых источников энергии, жизненно важных систем современных энергосберегающих материалов и оборудования, а также внедрения инновационных технологий принято постановление Президента Туркменистана от 21 февраля 2018 г.

№ 674 «Государственная программа «Об энергосбережении на 2018–2024 годы». Данная Государственная программа уделяет огромное внимание выбору места для строительства солнечных и ветряных энергетических инфраструктур в пределах Туркменистана в течение 2018–2021 гг. и разработке солнечного и ветряного кадастров, а также оценке солнечного и ветряного энергетических ресурсов. Помимо Государственной программы подписано постановление Президента Туркменистана от 12 апреля 2019 г. № 1207 в рамках принятой концепции развития территории туркменского озера Альтын-Асыр в 2019–2025 гг. (первый этап – 2019–2022 гг.; второй этап – 2022–2025 гг.). Первый этап будет включать строительство солнечной и ветряной электростанции мощностью 10 МВт с целью защиты окружающей среды и внедрения экологически чистых «зеленых» технологий в стране [6].

Для проведения расчетов в местностях, где планируется строительство ветряных электростанций, возникает необходимость получить точную информацию о природных процессах, чтобы оценить ресурсы энергии ветра, поскольку превращение ветряной энергии в электрическую остается главной задачей научно-производственного центра Государственного энергетического института Туркменистана. Поэтому ограничиваться полученной информацией общей метеорологической станции недостаточно, в этом случае рекомендуется воспользоваться базой информации спутника NASA – данными метеорологических станций, полученными минимум в течение года на разных высотах и в регионах, где планируется строительство электростанции. Такие характеристики являются самыми значимыми в ветроэнергетическом кадастре. Основной характеристикой, которая определяет интенсивность и эффективное использование энергии ветра, является его средняя скорость за определенный период времени (день, ночь, месяц, год).

Среднегодовую скорость можно определить по следующему выражению:

$$V_{\text{ср.год}} = \frac{1}{12} \sum_{i=1}^{12} V_{\text{мес}}$$

где $V_{\text{мес}}$ – средняя скорость ветра в месяц.

Повторение скорости ветра является самым важным показателем в характеристике кадастра. Во время проведения исследований были установлены скорость ветра (табл. 1) и изменение направления ветра (табл. 2). Эти данные позволяют определить продуктивность использования ветровой энергии и основные энергетические показатели.

Для выполнения проектных работ, запланированных в Государственной программе, на основе вышеприведенных показателей проведены относительные расчеты.

Таблица 1

Данные о средних скоростях ветра, полученные за 2015–2019 гг.
на метеорологической станции города Мары

Годы	Скорость по месяцам, м/с												Среднегодовая скорость, м/с
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
2015	3,2	3,7	3,3	3,6	3,4	3,0	4,1	3,2	2,8	3,2	3,3	3,1	3,3
2016	3,3	3,5	3,6	3,4	3,5	4,0	3,6	3,4	3,1	2,6	2,8	3,4	3,4
2017	3,1	3,5	3,6	4,0	3,4	3,9	3,9	3,2	2,7	3,0	2,7	3,1	3,3
2018	3,4	3,5	3,9	3,8	3,5	3,5	3,6	3,2	2,6	2,5	2,9	3,3	3,3
2019	3,8	3,3	3,6	3,7	3,4	2,9	3,5	3,5	3,1	2,0	2,4	2,7	3,2

Данные о повторении направления ветра за 2004–2018 гг.
по метеорологической станции города Мары

Направление ветра	Процент повторения направления
Север	23
Северо-восток	15
Восток	16
Юго-восток	10
Юг	3
Юго-запад	3
Запад	9
Северо-запад	19

На метеорологической станции «Davis Vantage Pro 2 Plus», установленной в Государственном энергетическом институте Туркменистана и работающей на автономном энергоснабжении, получены точные данные по интенсивности солнечной радиации, испарению, влажности и температуре воздуха, количеству и темпах атмосферных осадков для определения направления и скорости ветра. Полученная информация была использована для определения продуктивности ветроэлектрического устройства мощностью 2 кВт, установленного в институте. В итоге на основе относительных вычислений была определена средняя годовая производительность электрического устройства.

Среднюю мощность потока ветра на 1 м^2 площади для города Мары можно определить по следующему выражению:

$$P_{\text{cp}} = \frac{\rho S V_{\text{cp}}^3}{2} = \frac{1,225 \cdot 1(3,4)^3}{2} = 24,07 \text{ Вт},$$

где ρ – плотность воздуха (1225 кг/м^3 при нормальных условиях); S – площадь поперечного сечения потока ветра (площадь поверхности, образованная вращением ветряной электростанции); V_{cp} – средняя скорость ветра в течение года.

Таким образом, среднее количество электроэнергии, вырабатываемой ветряной электростанцией мощностью 2 кВт, зависит от площади поверхности, генерируемой вращательным движением ветра станции, и скорости ветра, в нашем случае ($d = 3,3 \text{ м}$) оно будет равно:

$$S = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 3,3^2}{4} = 8,55 \text{ м}^2,$$

где d – диаметр обмоток ветроэнергетической установки, м.

Для площади поверхности, образующейся при вращении лопастей в ветряной электростанции мощностью 2 кВт, средняя мощность потока ветра будет определяться по выражению

$$P_{\text{cp}} = \frac{\rho S V_{\text{cp}}^3}{2} = \frac{1,225 \cdot 8,55(3,4)^3}{2} = 205,83 \text{ Вт}.$$

Использование производительности электроэнергии за год ветряной электростанции будет равно следующему значению:

$$W_{\text{ср.год}} = \frac{(24 \cdot 365 \cdot P_{\text{ср}})}{1000} = \frac{(24 \cdot 365 \cdot 205,83)}{1000} = 1803 \text{ кВт} \cdot \text{ч/год.}$$

Согласно информации из интернета, в 2019 г. было 326 ветреных дней, а безветренных – 39 [7].

Данные, полученные в результате этих расчетов, могут быть использованы для оценки запасов энергии ветра в регионе и определения местоположения ветряных электростанций (табл. 3).

Таблица 3

Технические характеристики ветроэлектростанции мощностью 2 кВт

Наименование технической спецификации	Цена и единица измерения
1. Номинальная мощность	2000 Вт
2. Номинальное напряжение	96 В
3. Диаметр лопастей	3,3 м
4. Начальная скорость вращения лопастей	3 м/с
5. Номинальная скорость вращения лопастей	10 м/с
6. Ограниченная скорость вращения лопастей	45 м/с
7. Вес устройства	48 кг
8. Количество лопастей	3
9. Рабочая температура	От -40 до +80 °С

Заключение

Таким образом, можно сделать следующие выводы:

1. Полученные в результате расчетов данные могут быть использованы для оценки запасов энергии ветра в регионе и определения местоположения ветряных электростанций.

2. В результате исследований рассчитана средняя выработка электроэнергии за один год ветроэлектрических станций разных мощностей.

3. На основе данных, полученных от метеорологических станций, составлен график направления ветра и проведено сравнение средних величин скорости ветра.

4. Определены среднегодовые значения скорости ветра для города Мары.

Литература

1. Конституция Туркменистана. – Ашхабад, 2016.
2. Бердымухамедов, Г. К новым высотам прогресса / Г. Бердымухамедов // Избран. произведения. – Ашхабад, 2008. – Т. I. – 368 с.
3. Бердымухамедов, Г. К новым высотам прогресса / Г. Бердымухамедов // Избран. произведения. – Ашхабад, 2008. – Т. II. – 405 с.
4. Бабаев, А. Г. Физическая география Туркменистана : метод. пособие / А. Г. Бабаев. – Ашхабад : Наука, 2014. – 301 с.
5. Key word energy statistics, 2009 // International Energy Agency.
6. Джумаев, А. Основы энергосбережения : кн. для студентов высш. учеб. заведений / А. Джумаев, Х. Султанов. – Ашхабад : Наука, 2018. – 219 с.
7. Режим доступа: <https://tr5.ru>. – Дата доступа: 11.05.2020.