

**Возможность выработки электроэнергии ветрогенераторами
в Республике Каракалпакистан**

Ахмедов А. П.¹, Худойберганов С. Б.¹, Юркевич Н. П.², Савчук Г. К.²

¹Ташкентский государственный транспортный университет
Ташкент, Республика Узбекистан,

²Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь

Ветровая энергетика занимает достаточно важное место в балансе глобальной «зеленой» генерации. В настоящий момент достоверно доказано, что собирать ветровую энергию можно прямо на улицах городов или междугородних трасс. В статье предлагается установить с обеих сторон, вдоль трасс международного значения Республики Каракалпакистан ветротурбинные генераторы с контроллером МРРТ. Полученную электроэнергию можно использовать по-разному, например, для освещения дорог и улиц, зарядки электромобилей и электробусов.

В настоящее время проблемы использования возобновляемых источников энергии мировым сообществом являются очень важными и насущными. Запасы традиционных источников энергии почти истощены, и человечество прилагает серьезные усилия по разработке альтернативных источников электроэнергии. Кроме этого, с каждым днем потребление электроэнергии в мире растет [1–3].

Ветровая энергетика занимает важное место в балансе глобальной «зеленой» генерации, но до сих пор турбины устанавливаются в основном в прибрежных зонах, где ветер постоянный и более сильный. При движении транспортных средств [4; 5] возникают волны давления и разряжения воздуха, что может способствовать работе ветряных турбин. Специалисты из Стамбула создали вертикальную ветровую турбину ENLIL, которая работает от воздушных потоков, создаваемых быстро движущимися автомобилями. Завихрения от проходящих грузовых автомашин и современных автобусов заставляют ветрогенератор вращаться еще сильнее, а вертикальное расположение длинных лопастей обеспечивает максимальный захват потока.

Турбины ENLIL занимают относительно немного места на земле, легки в сборке-разборке и эксплуатации (рис. 1). Турбина подключена к генератору, и произведенная энергия может поступать в сеть или храниться в аккумуляторах до момента, когда она понадобится [6].



Рис. 1. Турбины Enlil, установленные в Стамбуле

В работе предлагается устанавливать вдоль автомобильных дорог международного значения Республики Каракалпакстан ветротурбинные генераторы с контроллером МРРТ. Полученную электроэнергию можно использовать по-разному, например, для освещения дорог и улиц, зарядки электромобилей и электробусов. Республика Каракалпакстан занимает особое место среди регионов Республики Узбекистан. Она имеет самую большую площадь – 166600 км². Автомобильные дороги Республики Каракалпакстан – 4262,1 км, в том числе международного значения – 664 км.

В Республике Каракалпакстан средние значения скорости ветра в течение года одни из самых высоких среди регионов Узбекистана [7; 8].

Средние значения скорости ветра по областям Республики Узбекистан в течение года приведены в табл. 1.

Мощность воздушного потока, создаваемого естественным ветром, составляет

$$P = \frac{dE}{dt} = \frac{C_p \cdot m \cdot v^3}{2} = \frac{C_p \cdot \rho \cdot S \cdot v^3}{2} \text{ Вт}, \quad (1)$$

где C_p – коэффициент использования энергии ветра, для выбранного ВЭУ $C_p = 0,19$; v – скорость воздушного потока, м/с; S – ометаемая площадь, м², для выбранного ветрогенератора $S = 2 \text{ м}^2$.

Таблица 1

Средние значения скорости ветра в областях
Республики Узбекистан в течение года

№	Название области	Средние значения скорости ветра в течение года	
		км/час	м/сек
1	Республика Каракалпакстан	15,73	4,37
2	Андижанская область	7,68	2,13
3	Бухарская область	15,85	4,40
4	Джизакская область	9,16	2,54
5	Кашкадарьинская область	13,44	3,73
6	Навоийская область	15,63	4,34
7	Наманганская область	9,73	2,70
8	Самаркандская область	11,90	3,31
9	Сурхандарьинская область	11,21	3,11
10	Сырдарьинская область	10,35	2,88
11	Ташкентская область	9,75	2,71
12	Ферганская область	8,47	2,35
13	Хорезмская область	15,48	4,30

Предлагается использовать в качестве ветрогенераторной установки китайский ветротурбинный генератор с контроллером МРРТ. Эффективность таких ветрогенераторов очень высокая. На примере метрополитена можно видеть, что 7–8 % электроэнергии в общем балансе метрополитена потребляется осветительными устройствами. Энергию, вырабатываемую ветрогенераторами, можно использовать для питания осветительных устройств перегона, а также станций метрополитена [9–12].

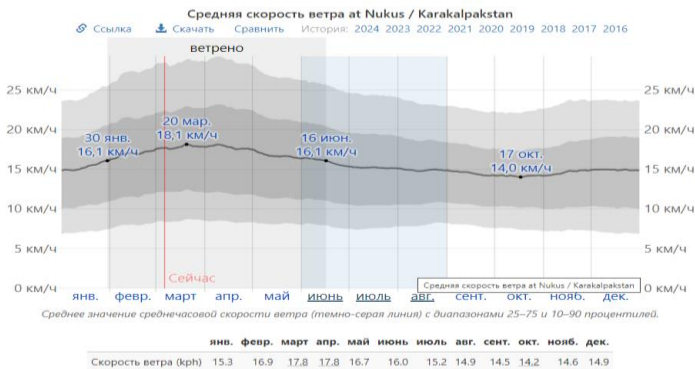


Рис. 2. Средняя скорость ветра в Нукусе (Каракалпакстан)

В табл. 2 приведены технические характеристики и цена ветротурбинного генератора с контроллером МРРТ (рис. 3).

Таблица 2

Технические характеристики и цена ветроустановок ветротурбинного генератора с контроллером МРРТ

Изготовитель	Напряжение, В	Мощность, Вт	Цена
			сум
Китай	12,24	400	1486255,40



Рис. 3. Ветрогенератор с контроллером МРРТ

Ветрогенераторы с контроллером МРРТ очень чувствительны даже к небольшим скоростям ветрового потока и начинают вырабатывать энергию даже при скоростях ветра 2 м/с. Имеется возможность для подключения к сети. Такие ветрогенераторы могут быть расположены вдоль трасс с высоким транспортным потоком (рис. 4).

Произведем расчет естественной генерации за счет ВЭУ в предположении, что ВЭУ работают в обычном режиме за счет естественных ветров.

По результатам исследования скорость воздушного потока, создаваемого проезжающим автомобилем, составляет около 60 км/ч или 16,67 м/с. Тогда мощность воздушного потока, рассчитанная по формуле (1):

$$P = \frac{0,19 \cdot 1,226 \cdot 2 \cdot 16,67^3}{2} = 1371,12 \text{ Вт.}$$

За время проезда автомобиля, т. е. за 0,267 с, имеем реальную полученную электрическую энергию

$$E = Pt,$$

$$E = 1371,12 \cdot 0,267 = 366 \text{ Вт}\cdot\text{с}.$$

Тогда получаем 152,5 Вт·ч энергии от 15000 автомобилей в сутки с перекрестка, а эта энергия в год равна

$$E = 152,5 \cdot 365 = 556,6 \text{ кВт}\cdot\text{ч}.$$



Рис. 4. Ветряные установки, установленные вдоль дороги

Предположим, что ветряные турбины работают нормально за счет естественных ветров, и что естественная генерация осуществляется за счет ветряных турбин (рис. 4).

Мощность воздушного потока, создаваемого естественным ветром, составляет

$$P = \frac{0,19 \cdot 1,226 \cdot 2 \cdot 4,4^3}{2} = 19,84 \text{ Вт}.$$

Электроэнергия, произведенная одним ветрогенератором в течение года из-за естественного ветра:

$$E_{\text{ест}} = 19,84 \cdot 24 \cdot 365 = 173,8 \text{ кВт}\cdot\text{ч}.$$

Если построить на 100 километрах сети автодорог международного значения в Каракалпакистане ветропарк из 10000 ветрогенераторов по обочинам дорог международного значения то можно подсчитать количество выработанной электрической энергии за сутки и за целый год.

Составляем табл. 3 расчетов электрической энергии и суммарную стоимость выработанной электрической энергии ветрогенераторами.

Таблица 3

Таблица характеристик ветряных генераторов при естественном ветре и при ветре от проезжающих автомобилей

№	Наименование характеристики	Характер ветра		
		Естественный	От проезжающих автомобилей	Совокупный ветер
1	Скорость воздушного потока, км/час (м/с)	15,73(4,37)	60 (16,67)	75,73(21)
2	Мощность воздушного потока, Вт	19,84	1371	1390,84
3	Электроэнергия, произведенная одним ветрогенератором в сутки, кВтч	0,476	32,9	33,376
4	Электроэнергия, произведенная одним ветрогенератором в течение года, кВтч	173,8	556,6	730,4
5	Электроэнергия, произведенная всеми (10000) ветрогенераторами в течение года, кВтч	$10000 \times 173,8 = 1738000$	$10000 \times 556,6 = 5566\ 000$	7304000
6	Стоимость электроэнергии, произведенная одним ветрогенератором в течение года, сум	$173,8 \times 900 = 156420$	$556,6 \times 900 = 500940$	657360
7	Стоимость электроэнергии, произведенная всеми (10000) ветрогенераторами в течение года, сум	1564200000	5009400000	6573600000
8	Средняя стоимость одного ветрогенератора, сум	1486255,40		
9	Средняя стоимость всех ветрогенераторов, сум	$1486255,40 \times 10000 = 14862554000$		
10	Срок окупаемости всех ветрогенераторов, год	2,26 лет (2 года и 3 месяца)		

Как видно из табл. 3, срок окупаемости всех ветрогенераторов, установленных вдоль автомобильных дорог международного значения

Республики Каракалпакистан составляет 15 месяцев (2 года и 3 месяца). Полученную электроэнергию можно использовать по-разному, например, для освещения дорог и улиц, зарядки электромобилей и электробусов.

Литература

1. Ахмедов, А. П. Выработка электрической энергии путем использования ветра, поднятый движущимися транспортными средствами / А. П. Ахмедов, Ш. П. Жовлиев, С. Б. Нормуродов // Точная наука. – 2019. – № 68. – С. 18–22.

2. Ахмедов, А. П. Способ получения электроэнергии от ветра проезжающих транспортных средств / А. П. Ахмедов, С. Б. Худойбергандов, О. М. Угли Кутбидинов, Д. Ф. Угли Усмонов // Universum: технические науки. – 2022. – Vol. 104, № 11-3. – <https://cyberleninka.ru/article/n/sposob-polucheniya-elektroenergii-ot-vetra-proezzhayuschih-transportnyh-sredstv>.

3. Akhmedov, A. P. The use of solar panels to power the air conditioning and ventilation system of vans / A. P. Akhmedov, S. B. Khudoyberganov, N. P. Yurkevich // Инновационные технологии в водном, коммунальном хозяйстве и водном транспорте: материалы II республиканской науч.-техн. конф., 28–29 апреля 2022 г. / редкол.: С. В. Харитончик [и др.]. – Минск: БНТУ, 2022. – С. 393–397.

4. Мирошниченко, А. А. Исследование воздушных потоков, возникающих вследствие прохождения железнодорожного состава, и рассмотрение возможности их использования / А. А. Мирошниченко, Е. В. Соломин // Наука ЮУрГУ: материалы 70-й научной конф. Секции технических наук, 2018. – Челябинск: ЮУрГУ, 2018. – С. 475–483.

5. Ахмедов, А. П. Определения потенциала и способ получения электроэнергии от ветра в ветряных регионах Республики Узбекистан / А. П. Ахмедов, С. Б. Худойбергандов, Н. П. Юркевич // Инновационные технологии в водном, коммунальном хозяйстве и водном транспорте: материалы III республиканской научно-технической конференции, 27–28 апреля 2023 г. / редкол.: С. В. Харитончик [и др.]. – Минск: БНТУ, 2023. – С. 442–447.

6. Инновационный ветрогенератор Enlil работает от проезжающих мимо автомобилей [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.sgs-company.de/v/#home>. – Дата доступа: 12.07.2022.

7. Ahmedov, A. P. The method of obtaining electrical energy from the wind in the windy areas of the Republic of Uzbekistan / A. P. Akhmedov, S. B. Khudoyberganov // International Journal of Advanced Research in Education, Technology and Management. – 2023. – Vol. 4, № 2. – P. 208–217. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7820228>.

8. Ahmedov, A. P. Cumulative generation of electricity from the wind of passing vehicles and natural wind in the Bukhara region of the Republic of Uzbekistan / A. P. Akhmedov, S. B. Khudoyberganov // E3S Web of Conferences. – EDP Sciences, 2023. – Vol. 461. - P. 01073.

9. Akhmedov, A. The influence of production conditions on the electrophysical parameters of piezoceramics for different applications / Abduraxman Akhmedov, Galina Sauchuk, Natallia Yurkevich, Sardorbek Khudoyberganov, Mahammatyakub Bazarov, Karimberdi Karshiev // E3S Web of Conferences. – EDP Sciences, 2021. – Vol. 264. – P. 04020.

10. Sauchuk, H. Dielectric and microwave properties of ceramics of the Bi-Ti-O system / H. Sauchuk, N. Yurkevich, A. Akhmedov, S. Khudoyberganov, S. Kayumov, U. Berdiyarov // E3S Web of Conferences. – EDP Sciences, 2023. – Vol. 401. – P. 05076.

11. Ахмедов, А. П. Применение пьезоэлектрических преобразователей для освещения зданий / А. П. Ахмедов, С. Б. Худойберганоу // Точная наука. – 2018. – № 25. – С. 2–5.

12. Akhmedov, A. P. Using solar panels to recharge car battery / A. P. Akhmedov, S. B. Khudoyberganov, N. P. Yurkevich // Инновационные технологии в водном, коммунальном хозяйстве и водном транспорте: материалы II республиканской научно-технической конференции, 28–29 апреля 2022 г. / редкол.: С. В. Харитончик [и др.]. – Минск: БНТУ, 2022. – С. 433–437.

УДК 629.423.31

Инновационное применения солнечных панелей для резервирования электроснабжения на железнодорожном транспорте

Иксар Е. В., Каюмов С. Н.

Ташкентский государственный транспортный университет
Ташкент, Республика Узбекистан

В статье рассматриваются возможные варианты применения солнечных панелей для резервирования и альтернативного энергоснабжения устройств железнодорожной автоматики. Климатические и географические условия Узбекистана позволяют активно использовать энергию солнца для получения электрической и тепловой энергии в промышленных масштабах. Предложены возможные варианты применения солнечных панелей на железнодорожном транспорте. Приведен зарубежный опыт применения солнечных панелей. Описаны преимущества альтернативной энергетики в производственной деятельности железнодорожного транспорта