

ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЬЮТЕРНОЙ МЕТОДИКИ ДЛЯ ОЦЕНКИ ВЕТРОПОТЕНЦИАЛА ПЛОЩАДКИ РАСПОЛОЖЕНИЯ ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ

Лукашевич А.Г., Михалычева Э.А., Трифонов А.Г.

Государственное научное учреждение «Объединенный институт энергетических и ядерных исследований – Сосны» НАН Беларуси, г. Минск, Республика Беларусь, tral@sosny.bas-net.by

This paper presents the methodology of calculation of wind energy potential taking into account of complicated relief, artificial obstacles and surface roughness and meteorological data. The presented methodology estimates the wind resource ranges over a large area (regional assessment) to the prediction of the average yearly energy production of a wind turbine and mutual turbine influence at the structure of wind power station.

Введение

Дефицит собственных ископаемых топливных ресурсов в Беларуси, особенности экономических взаимоотношений с поставщиками топлива и энергии из других стран требуют изменения подходов к обеспечению республики топливно-энергетическими ресурсами. Одним из наиболее перспективных и распространенных нетрадиционных источников энергии является ветер. Использование ветроэнергетических установок (ВЭУ) поможет решить экологические и экономические проблемы энергетики, связанные с использованием угля, нефти, газа или других дорогостоящих энергоносителей. Поскольку средняя скорость ветра на территории Республики Беларусь относительно невысокая, около 4,3 м/с, то актуальным становится тщательный выбор места расположения ветроэнергетической станции (ВЭС). Тщательный учет не только метеорологических условий местности, но и условий рельефа, застройки и шероховатости поверхности позволяет выбрать площадки для расположения ВЭУ и ВЭС, где скорость ветра значительно превышает фоновую, следовательно, можно использовать большую энергию ветрового потока и получить лучшие технико-экономические показатели ветроустановок.

Применение компьютерной методики выбора перспективных площадок для расположения ветроэнергетических установок

В работе представлено применение компьютерной методики выбора перспективных площадок для расположения ветроэнергетических установок, которая учитывает влияние сложного рельефа местности, искусственных препятствий и шероховатости поверхности земли на формирование ветрового климата в исследуемом регионе. Представленная методика оценивает как среднюю энергию ветра в достаточно большом регионе, так и предсказывает среднее годовое производство энергии определенной ветротурбины, расположенной на определенной площадке местности.

Мощность ВЭУ увеличивается по мере увеличения скорости ветра до максимального значения – номинальной мощности, после чего она поддерживается по возможности постоянной. Для ВЭУ с заданной кривой мощности

$P(u)$ средняя вырабатываемая мощность в данном месте определяется с использованием функции распределения скорости ветра $f(u)$ на высоте башни ВЭУ по формуле:

$$P = \int_0^{\infty} \text{Pr}(u) P(u) du . \quad (1)$$

Функция $f(u)$ определяется либо экспериментально, либо на основе метеоданных близлежащих станций. Если функция распределения скорости ветра $f(u)$ аппроксимируется функцией Вейбулла, то выражение для средней мощности ВЭУ имеет вид

$$P = \int_0^{\infty} \left(\frac{k}{A} \right) \left(\frac{u}{A} \right)^{k-1} \exp\left(-\left(\frac{u}{A}\right)^k\right) P(u) du , \quad (2)$$

где A и k – коэффициенты Вейбулла.

Функция распределения ветра по скоростям, аппроксимируемая аналитической двухпараметрической функцией Вейбулла, требуется при решении большинства практических задач ветроэнергетики. С ее помощью определяется удельная мощность ветрового потока

$$E(u) = \rho u^3 \cdot f(u) / 2, \quad (3)$$

где $f(u)$ – распределение Вейбулла, определенное для данного места, ρ – плотность воздуха.

В работе с использованием программного комплекса WASP определен ветровой потенциал площадки, расположенной вблизи д. Жиличи (Логойский район Минской обл.). Для трех ветроэнергетических установок, входящих в состав ВЭС станции, были рассчитаны угловые характеристики площадок, характеристики ветра и суммарная годовая выработка энергии ВЭУ для каждой ветротурбины, а также учтено взаимовлияние ветроустановок в составе станции. Ветростанция расположена на высоте приблизительно 280,0 м. над уровнем моря. Средняя мощность и ежегодное производство энергии были оценены для ветроустановок с высотой центра ветроколеса 80 м. Результаты расчета суммарной годовой выработки энергии ВЭС и вычисления суммарной годовой выработки энергии ВЭУ для трех турбин представлены в таблице, оцифрованный рельеф, эффекты экранирования ветроустановок, поле скоростей ветра и шероховатость поверхности на площадке д. Жиличи показаны на рисунке.

Таблица – Результаты вычисления годовой выработки энергии ВЭС

Площадка	Координаты размещения, м	Тип турбины	Высота над уровнем моря, м	Высота ветроколеса, м	Суммарная годовая выработка энергии, ГВтч
Турбина 1	(549607,6, 6010868,0)	Vestas 850 кВт	287	80	3,370
Турбина 2	(550011,0, 5010703,0)	Vestas 850 кВт	299	80	3,303
Турбина 3	(549256,0, 6010027,0)	Vestas 850 кВт	263	80	3,171

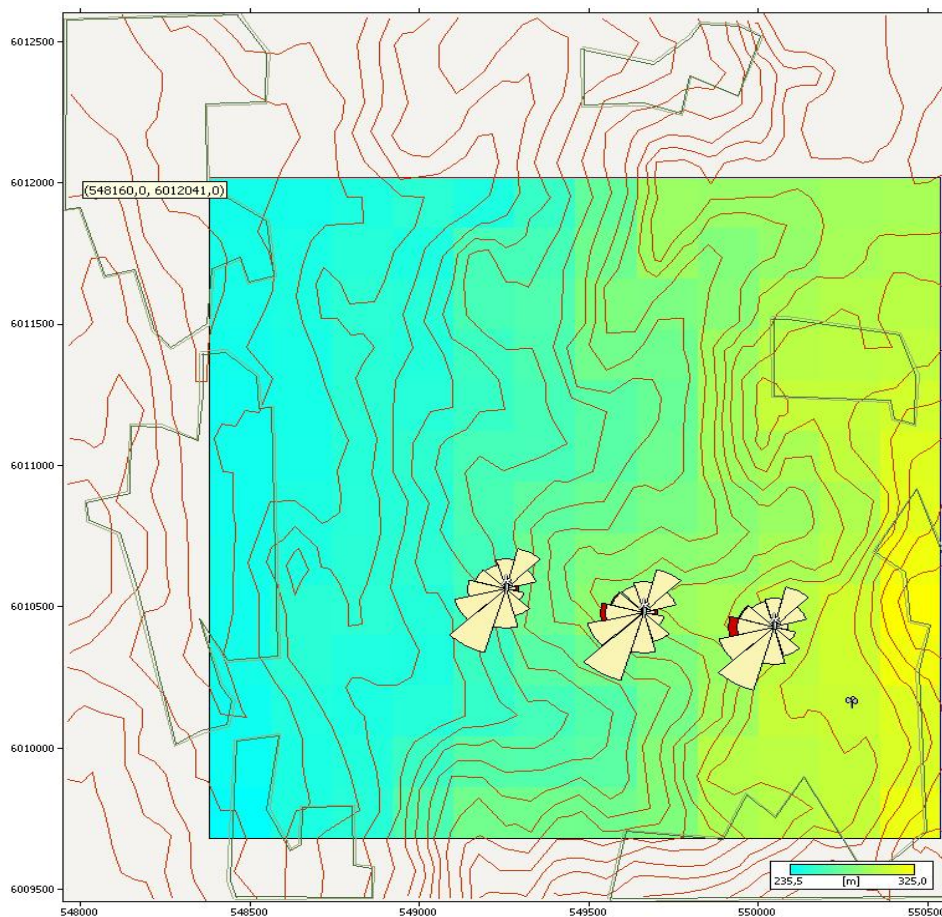


Рисунок – Оцифрованный рельеф, эффекты экранирования ветроустановок, скорость ветра и шероховатость поверхности на площадке д. Жиличи

Заключение

Эффективность использования энергии ветра в значительной степени зависит не только от потенциальных ресурсов ветра, но и от выбора места установки ветроагрегата. Предварительная оценка ветрового климата в предполагаемом районе размещения ВЭУ и определение ветропотенциала с учетом влияния сложного рельефа местности, искусственных препятствий и шероховатости поверхности повышает эффективность строительства и эксплуатации ветроэнергетических установок и станций.

Список цитированных источников

1. Astrup P, Mikkelsen T, Jensen N. A fast model for mean and turbulent wind characteristics over terrain with mixed surface roughness/ Astrup P., Mikkelsen T., Jensen N. // Radiation Protection Dosimetr. – New York, 1997. – V. 73, № 1–4. – P. 257—260.
2. Иванова, Л.А. Использование модели атмосферного пограничного слоя для расчета ветровых характеристик и оценки ветровых ресурсов/ Л.А. Иванова, Е.Д. Надежина, А.В. Стеризат, О.Б. Шкляревич // Метеорология и гидрология. – Москва, 1997. – № 5. – С. 34–38.
3. A. Trifonov. Application of wind climate numerical modeling for the assessment of wind energy resource and evaluation of the potential wind power output from wind turbine installations / A. Trifonov, E. Mikhalycheva, A. Lukashevich, A. Andrijevskij // Nonlinear Phenomena in Complex Systems. – Minsk, 2009. – Vol. 2. – P. 193–198.