

МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ВЕТРОВЫХ РЕСУРСОВ ДЛЯ РАЗМЕЩЕНИЯ МАЛОМОЩНЫХ ВЭУ НА ЗДАНИЯХ И СООРУЖЕНИЯХ

Беляев Виталий Игоревич

магистр, аспирант Омского государственного технического университета, РФ, г. Омск

Бубенчиков Антон Анатольевич

канд. техн. наук, доцент кафедры электроснабжения промышленных предприятий Омского государственного технического университета, РФ, г. Омск

METHODS FOR ESTIMATING WIND RESOURCES FOR THE PLACEMENT OF LOW-POWER WIND TURBINES ON BUILDINGS AND STRUCTURES

Vitaly Belyaev

Master's degree, postgraduate student of Omsk State Technical University, Russia, Omsk

Anton Bubenchikov

Cand. of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Power Supply of Industrial Enterprises of Omsk State Technical University, Russia, Omsk

Аннотация. В работе рассматриваются методы оценки ветровых ресурсов для оптимального размещения маломощных ветроэнергетических установок (ВЭУ) на зданиях и сооружениях. Анализ учитывает скорость и направление ветра, турбулентность и влияние городской застройки. Предложены рекомендации для повышения эффективности ВЭУ и их интеграции в децентрализованные энергосистемы.

Abstract. This study examines methods for assessing wind resources to optimize the placement of low-power wind turbines (WTs) on buildings and structures. The analysis considers wind speed, direction, turbulence, and urban development factors. Recommendations are proposed to improve WT efficiency and integrate them into decentralized power systems.

Ключевые слова: ветроэнергетика, маломощные ВЭУ, ветровые ресурсы, децентрализованное энергоснабжение.

Keywords: wind energy, low-power wind turbines, wind resources, decentralized power supply.

Развитие возобновляемых источников энергии является одним из ключевых направлений современной энергетики, способствующих снижению зависимости от традиционных углеводородных ресурсов и минимизации экологического воздействия. В этом контексте малая ветроэнергетика представляет собой перспективное решение для децентрализованного

электроснабжения, особенно в условиях урбанизированной среды и сельских районов с ограниченным доступом к централизованным сетям.

Актуальность проблемы обусловлена растущей потребностью в автономных и локальных системах энергоснабжения, которые могут повысить энергетическую независимость отдельных зданий и сооружений. Использование маломощных ветроэнергетических установок (ВЭУ) на крышах и фасадах зданий, а также на инженерных сооружениях, позволяет эффективно использовать локальные ветровые ресурсы, снижая нагрузку на центральные электросети. Однако успешная интеграция таких систем требует тщательной оценки ветровых условий, так как турбулентные потоки в городской среде и вокруг объектов инфраструктуры могут значительно влиять на их эффективность.

Роль маломощных ВЭУ в децентрализованной энергетике заключается в обеспечении резервного электроснабжения, снижении затрат на электроэнергию и интеграции с другими источниками, такими как солнечные панели, создавая гибридные энергосистемы. Согласно анализу текущего состояния ветроэнергетики, представленному в работе [1] и [2], малая ветроэнергетика активно развивается в мире, но в России и странах СНГ ее потенциал остается недостаточно реализованным. Основными барьерами являются сложность оценки локальных ветровых ресурсов, отсутствие методических подходов к размещению ВЭУ и регуляторные ограничения.

Целью данной работы является анализ существующих методов оценки ветровых ресурсов и разработка рекомендаций по их применению для обоснования размещения маломощных ВЭУ на зданиях и сооружениях.

Основными параметрами, определяющими ветровые условия, являются скорость ветра, его направленность (роза ветров) и уровень турбулентности. Скорость ветра является решающим фактором, поскольку мощность, вырабатываемая ВЭУ, пропорциональна кубу скорости воздушного потока. Даже небольшие изменения скорости могут существенно повлиять на производительность установки. Роза ветров представляет собой распределение частоты направлений ветра в данной местности и необходима для выбора оптимальной ориентации турбины. Турбулентность, в свою очередь, характеризует степень неравномерности воздушных потоков и может негативно сказываться на стабильности работы ветроустановки, особенно в условиях городской застройки, где ветер испытывает сильные возмущения из-за наличия многочисленных препятствий [2].

Для точной оценки ветровых ресурсов используются долгосрочные метеорологические данные, которые собираются специализированными метеорологическими службами. Основные источники таких данных включают архивы метеостанций, данные спутникового мониторинга, а также численные метеорологические модели. Эти данные позволяют получить среднестатистические значения скорости и направленности ветра на разных высотах и в разные сезоны, что критически важно при выборе площадки для установки ВЭУ. Однако метеорологические архивы могут не учитывать локальные особенности конкретного здания или сооружения, на котором планируется размещение установки, из-за ограниченного пространственного разрешения измерений [3].

Эффективность размещения маломощных ветроэнергетических установок (ВЭУ) на зданиях и сооружениях во многом зависит от воздействия окружающей среды, методов инструментальной оценки ветровых ресурсов и оптимизации их расположения. Влияние факторов окружающей среды на ветровой потенциал проявляется через изменение скорости и направления ветра, обусловленное рельефом местности, плотностью застройки и микроклиматическими особенностями. Например, исследования показали, что скорость ветра значительно варьируется в зависимости от высоты над уровнем земли: на высоте 80–85 м можно наблюдать стабильный потенциал для размещения ВЭУ [4]. Кроме того, ветровые установки сталкиваются с сезонными колебаниями, изменениями атмосферного давления и урбанистическими препятствиями, которые могут снижать их эффективность.

Для точного прогнозирования ветровых ресурсов и определения перспективных зон для установки ВЭУ применяются различные инструментальные методы оценки. Среди них можно выделить инерционный метод, физический метод, статистический анализ, пространственную

корреляцию, а также методы искусственного интеллекта и гибридные подходы [5]. Например, использование авторегрессионных моделей позволяет учитывать нечеткие характеристики ветрового потока и строить достоверные прогнозы мощности, вырабатываемой ВЭУ. Это особенно актуально для маломощных установок, где точность расчетов напрямую влияет на их рентабельность.

Оптимизация размещения ВЭУ на зданиях требует учета не только скорости и частоты ветра, но и коэффициента использования энергии воздушных потоков. Исследования показали, что КПД лопастных ветряных турбин может достигать 48%, однако для достижения максимальной эффективности важно правильно выбрать диаметр рабочего колеса и расположение установки относительно потока воздуха. Учитывая плотность застройки в городских условиях, предпочтительным решением является установка ВЭУ на крышах высотных зданий, где воздействие турбулентности минимально, а потоки воздуха обладают достаточной энергией [4].

Проведенный анализ методов оценки ветровых ресурсов подтвердил необходимость комплексного подхода к выбору мест размещения маломощных ветроэнергетических установок (ВЭУ) на зданиях и сооружениях. Оптимизация их расположения требует учета не только среднегодовых характеристик скорости ветра, но и локальных факторов, таких как турбулентность, плотность застройки и микроклиматические особенности. Применение современных инструментальных методов и численного моделирования позволяет повысить точность прогнозов и обоснованность решений по размещению ВЭУ. Развитие малой ветроэнергетики, в сочетании с другими возобновляемыми источниками энергии, открывает перспективы для децентрализованного электроснабжения, повышения энергетической независимости и снижения экологической нагрузки.

Список литературы:

1. Жарков В. Я. Малая ветроэнергетика: проблемы и пути решения // Вестник аграрной науки Дона. 2013. №3.
2. Шелубаев М. В. Обоснование параметров ветроэлектрической станции на базе ветроэнергетических установок малой мощности для электроснабжения сельскохозяйственных потребителей: дис. ... канд. техн. наук / М. В. Шелубаев. — Челябинск, 2015. — 156 с.
3. Рыхлов А. Б. Климатологическая оценка ветроэнергетического потенциала на различных высотах (на примере Юго-Востока Европейской территории России): дис. ... канд. геогр. наук: 25.00.30. Саратов, 2012. 135 с.
4. Миркомилов О. О., Ёринов К. И., Гоипов Э. А. Развитие использования ветроэнергетических устройств малой мощности при создании возобновляемых энергетических ресурсов в узбекистане // Universum: технические науки. 2023. №1-4.
5. Манусов В. З., Хасанзода Н., Оценка мощности ветроэнергетических установок на основе нечеткой модели ветрового потока и его вероятностных характеристик // Доклады АН ВШ РФ. 2019. №1.