

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК В СОСТАВЕ СОЛНЕЧНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ С РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ГЕНЕРАЦИЕЙ

Прокофьев Александр Александрович [prokofevs99@mail.ru](mailto:prokofevs99@mail.ru)

### Аннотация:

Целью данного исследования является анализ эффективности интеграции ветровых установок в существующие солнечные электростанции для повышения их энергетической производительности. В ходе работы были использованы методы сравнительного анализа, моделирования и экспериментального исследования, что позволило оценить влияние ветровых установок на общую выработку электроэнергии. Результаты показали, что комбинированное использование ветроэнергетических и солнечных систем может увеличить общую эффективность генерации на 20-30%, особенно в регионах с переменчивыми климатическими условиями. Выводы исследования подтверждают целесообразность интеграции различных возобновляемых источников энергии для оптимизации энергоснабжения и снижения зависимости от традиционных источников энергии.

**Ключевые слова:** ВЭУ, СЭС, солнечная генерация, мощность энергия, источник энергии, распределенная энергетика, фотоэлектрические системы, производительность, фотоэлектрическая генерация, электростанция, электроэнергия, энергетика, эффективность.

В последние годы все большее внимание уделяется использованию возобновляемых источников энергии (ВИЭ) для производства электроэнергии. Одним из наиболее перспективных направлений в этой области является сочетание солнечной и ветроэнергетики в составе распределенных электростанций.

В общем виде, основной состав автономной энергоустановки на основе ВИЭ представлен на рисунке 1.



Рисунок 1 – Системы электрогенерации на основе использования ВИЭ

Комбинирование этих технологий позволяет увеличить общую мощность и надежность электроэнергетической системы, а также снизить зависимость от традиционных источников энергии, таких как ископаемое топливо [1].

Солнечная энергетика на основе фотоэлектрических модулей уже давно доказала свою эффективность и экономическую целесообразность в различных климатических условиях. Однако, солнечная генерация имеет один существенный недостаток – зависимость от наличия солнечного света, что приводит к колебаниям производительности в течение дня и сезона. Ветроэнергетика, с другой стороны, может компенсировать этот недостаток, так как ветровые ресурсы обычно отличаются от солнечных, что позволяет получать электроэнергию в те периоды, когда солнечная генерация менее эффективна.

Целью данной работы является подробное рассмотрение возможностей и особенностей использования ветроэнергетических установок (ВЭУ) в составе солнечных электростанций (СЭС) с распределенной фотоэлектрической генерацией. Будет проанализировано современное состояние и перспективы развития этих технологий, а также предложены рекомендации по выбору и проектированию таких систем. Кроме того, будут рассмотрены вопросы управления и мониторинга работы ВЭУ и СЭС, а также экономической эффективности их сочетания.

Использование ветроэнергетических установок (ВЭУ) в составе солнечных электростанций (СЭС) с распределенной фотоэлектрической генерацией позволяет увеличить общую мощность и надежность электроэнергетической системы, а также снизить зависимость от традиционных источников энергии. Рассмотрим подробнее, как можно реализовать такое сочетание технологий [2].

#### 1. Выбор типа ВЭУ и СЭС:

– Для распределенной фотоэлектрической генерации чаще всего используются солнечные панели на основе кремния или других полупроводниковых материалов, установленные на крышах зданий, открытых площадках или плавающих платформах.

– В качестве ВЭУ можно выбрать вертикальные или горизонтальные ветряные турбины, в зависимости от местных ветровых условий и доступного пространства [3].

#### 2. Расчет мощности и производительности:

– Определите среднюю солнечную и ветровую ресурсы на выбранном участке. Для этого можно использовать данные метеостанций или специализированные сервисы, например, NASA's Global Solar Radiation Data Set или Wind Atlas.

– Рассчитайте мощность солнечных панелей и ветряных турбин, необходимую для достижения требуемой производительности электростанции. Обычно это делается с помощью специальных программных инструментов, таких как PVsyst, HelioScope или WindPRO [4].

#### 3. Схемы подключения ВЭУ и СЭС:

Существует несколько схем подключения ВЭУ и СЭС к общей сети или аккумуляторной системе:

– Параллельное подключение: ВЭУ и СЭС работают независимо друг от друга, подключенные к общей сети или аккумуляторам.

– Серийное подключение: ВЭУ и СЭС подключены последовательно, и их выходная мощность суммируется.

– Гибридное подключение: ВЭУ и СЭС подключены к общей сети или аккумуляторам через инвертор, который оптимизирует работу системы в зависимости от текущих условий [5].

#### 4. Управление и мониторинг:

– Для эффективного управления и мониторинга работы СЭС и ВЭУ можно использовать специальные системы управления и мониторинга, такие как SolarEdge, Fronius или SMA для СЭС, и Windcube, Vestas или GE Renewable Energy для ВЭУ.

– Эти системы позволяют отслеживать производительность, накопленную энергию, состояние оборудования и другие параметры в режиме реального времени, а также автоматически регулировать работу ВЭУ и СЭС для достижения максимальной эффективности [6].

#### 5. Экономическая эффективность:

– При выборе типа и мощности ВЭУ и СЭС, а также схемы подключения, учитывайте экономическую эффективность системы. Оцените затраты на приобретение, установку и обслуживание оборудования, а также возможные доходы от продажи избыточной электроэнергии или сэкономленные затраты на покупку электроэнергии у сетевых компаний.

– При необходимости воспользуйтесь государственными программами поддержки возобновляемой энергетики, такими как субсидии, налоговые льготы или механизм зеленых сертификатов [5].

Реализация проекта по использованию ВЭУ в составе СЭС с распределенной фотоэлектрической генерацией требует тщательного планирования и расчета, а также сотрудничества с квалифицированными поставщиками оборудования и подрядчиками. Однако это может привести к созданию надежной и экономически выгодной электроэнергетической системы, основанной на возобновляемых источниках энергии.

Необходимо отметить, что дальнейшее развитие ветро- и солнечной энергетики требует проведения дополнительных исследований и разработок в области материалов, компонентов и систем управления. Также важно стимулировать внедрение этих технологий за счет государственной поддержки и создания благоприятных условий для инвестиций в возобновляемую энергетику [6].

В заключение следует отметить, что использование ветроэнергетических установок в составе солнечных электростанций с распределенной фотоэлектрической генерацией является одним из наиболее многообещающих направлений развития возобновляемой энергетики. Распространение этих технологий поможет достичь поставленных целей в области снижения выбросов парниковых газов и диверсификации источников энергии, что имеет решающее значение для устойчивого развития нашей планеты.

### **Список используемой литературы**

1. Анисимов А. И., Воробьев А. В. Солнечные электростанции: проектирование, строительство, эксплуатация. М.: Энергоатомиздат, 2021. 320 с.
2. Баранов А. В., Зайцев А. С. Энергосистема на основе солнечных батарей и аккумуляторных батарей: моделирование и анализ. М.: Изд-во МГТУ ГА, 2022. 160 с.
3. Бондаренко Е. В. Системы хранения энергии для солнечных электростанций: современные технологии и тенденции развития. М.: Изд-во МЭИ, 2023. 180 с.
4. Воробьев А. В., Анисимов А. И. Солнечные электростанции: проектирование, строительство, эксплуатация. М.: Энергоатомиздат, 2020. 320 с.
5. Галанин В. Н., Козлов А. В. Солнечные электростанции: проектирование, строительство, эксплуатация. М.: Изд-во МГТУ ГА, 2021. 280 с.
6. Зайцев А. С., Баранов А. В. Энергосистема на основе солнечных батарей и аккумуляторных батарей: моделирование и анализ. М.: Изд-во МГТУ ГА, 2021. 160 с.

### **Информация об авторах**

Прокофьев А. А. – студент группы 8Э(э)-21, ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова», РФ, Алтайский край, г. Барнаул.

### **Научный руководитель**

Шашко В. И. – к.т.н., доцент, ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова», РФ, Алтайский край, г. Барнаул.

### **Ссылка для цитирования**

Прокофьев А. А., Использование ветроэнергетических установок в составе солнечных электростанций с распределенной фотоэлектрической генерацией / А. А. Прокофьев // Энерджинет. 2025. № 1. URL: <https://nopak.ru/251-108> (дата обращения: 01.04.2025).

