**Повышение эффективности использования солнечной электроэнергетики**

***Победушкина В.А.***

***Аспирант***

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова,

экономический факультет, Москва, Россия

E–mail: vpobedushkina@yandex.ru

Развитие современной экономики требует значительного энергетического потребления, что обусловливает поиск возможностей обеспечения энергии за счет как традиционных, так и возобновляемых (ВИЭ) источников. На данный момент самым быстрорастущим видом ВИЭ является солнечная энергетика, доля которой в мировом производстве, по состоянию на 2024 г., превысила 5,5% [4].

Стремительное развитие солнечной энергетики было бы невозможно без постоянных технологических новшеств, внедряемых в отрасль, одно из которых – системы с отслеживанием или солнечные трекеры [2]. Несмотря на неоднозначное отношение к солнечным трекерам, следует отметить, что важнейшим экономическим эффектом их внедрения является существенное снижение стоимости электроэнергии – так происходит сокращение эксплуатационных расходов и появляется возможность реинвестировать высвобожденные средства в модернизацию объектов по ее производству. По этой причине рассматриваемая технология требует более детального изучения.

Для определения обозначенного экономического эффекта необходимо сравнить стоимость электроэнергии, генерируемой СЭС, использующими и не использующими солнечные трекеры. Наиболее подходящим показателем для сравнения является LCOE (levelized cost of energy) – нормированная (выровненная) стоимость электроэнергии (как правило, измеряется в долл. США / кВт\*ч). Он гораздо более точен, чем расчет стоимости на 1 Вт, так как учитывает множество различных факторов, особенно значимых для конкретной отрасли. Кроме того, в рамках исследования были рассчитаны показатели инвестиционной привлекательности проектов, ряд показателей эффективности выработки (рентабельность, фондоотдача, капиталоотдача), а также изучены технические особенности генерации фотоэлектрических панелей разных видов [1].

Для анализа реальной нормированной стоимости был выбран ряд стран, активно занятых в генерации электроэнергии с помощью СЭС. Наиболее полноценный анализ был проведён для Южной Кореи и Республики Гана, имеющих трудности в достижении энергетических целей, основанных на солнечной энергетике, и заинтересованных во внедрении новых технологий.

Несмотря на ратификацию Парижского соглашения в 2016 г. и значительное преобразование энергетической политики с повышением доли ВИЭ (до 40%), Южная Корея столкнулась с рядом проблем по дальнейшему наращиванию суммарной мощности электрогенерации для преодоления которых необходим постоянный анализ затрат с улучшенной скоростью генерации от солнечных трекеров. Подобные исследования уже были проведены в 2011 и 2017 гг. [3]. На основании описанных результатов и дополнительных расчётов показателей инвестиционной эффективности, можно сделать вывод о возможности увеличения выработки энергии на 10-100% при замене стационарных панелей на солнечные трекеры. Более того, экономический анализ подтверждает превосходство систем слежения с точки зрения стоимости и воздействия на окружающую среду.

Отдельный интерес имеет рассмотрение возможности введения солнечных трекеров для Республики Гана – лидером по показателю доступа к электричеству для населения среди стран Африки (около 80%). Достижение данного показателя стало возможным благодаря развитию новых проектов повышения энергоэффективности проектов солнечной энергетики, однако для обеспечения стабильности необходимо дальнейшее внедрение солнечных панелей с системами отслеживания. Для оценки их результативности необходимо сравнить инвестиционные показатели одного и того же проекта при использовании обеих систем. Чтобы скорректировать ориентацию трекеров, в них были внедрены сложные алгоритмы, учитывающие различные факторы: положение солнца, погодные условия, затенение и пр. Для анализа была выбрана крупнейшая СЭС, находящаяся в Верхнем Западном регионе страны, а показателями для сравнения стали срок окупаемости, чистая приведенная стоимость, соотношение выгод и затрат, сокращение выбросов парниковых газов, стоимость производства энергии.

Инвестиционные показатели деятельности СЭС при использовании стационарных панелей и солнечных трекеров

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип трекера / показатель | Срок окупаемости, лет | ЧПВ, млн долл. США | Выбросы ПГ, т/год | Выгоды/  затраты | Стоимость производства энергии, долл. США/кВт\*ч |
| Стационарные | 17,1 | -9,857 | - 7127 | 0,24 | 0,151 |
| Одноосевые трекеры | 13,4 | -4,564 | - 8093 | 0,65 | 0,133 |
| Двухосевые трекеры | 11,6 | -3,660 | - 22762 | 0,72 | 0,13 |

*Источник:* составлено автором на основе [5,6]

На основании приведенных в таблице расчетов можно сделать вывод об абсолютных преимуществах панелей с солнечными трекерами перед стационарными. Различия по годам объясняются разницей в интенсивности солнечного излучения, данные о котором получены с помощью системы слежения. Особое значение имеет сниженная стоимость производства электроэнергии, которая позволит уменьшить розничную цену на электричество для населения, а также снижение выбросов парниковых газов, что обеспечит Гане достижение целей в области устойчивого развития.

Проведенное исследование показало, что применение солнечных трекеров позволяет повысить эффективность энергетических проектов в отрасли по ряду показателей.  
Рассмотрение мирового опыта в различных географических и климатических зонах делает универсальной рекомендацию по внедрению систем отслеживания во многих странах мира.

**Литература**

1. Сологубов А. Ю. Высокоэффективные солнечные энергоустановки на базе сферического параллельного манипулятора: дис. … канд. техн. наук: 02.04.05 / А.Ю. Сологубов. – Екб., 2023. – 272 с.
2. Трофимова, В. С. Эксплуатация солнечных трекеров в условиях Республики Саха (Якутия) / В. С. Трофимова, А. Д. Осорова, Ш. Н. Ходоев // Столыпинский вестник. – 2024. – Т. 6, № 8.
3. Huang B.J.; Ding W.L.; Huang Y.C. Long-term field test of solar PV power generation using one-axis 3-position sun tracker. Sol. Energy. 2011; 85, pp. 1935–1944.
4. Renewable energy statistics 2024 URL: https://www.irena.org/Publications/2024/Renewable-energy-statistics-2024
5. Solar Power Project URL: https://www.vra.com/media/2020/pdd.pdf
6. Solar Tracker Market Report 2023-2033 URL: https://mckinseywell.com/products/solar-tracker-market-report-2023-2033