

Таблица №2

Расчетные параметры	Первый режим	Второй режим
	$\cos\varphi=0,6$	$\cos\varphi=0,8$
Активная мощность генераторов P, МВт	5	5
Реактивная мощность генераторов Q, мвар	6,7	3,75
Полная мощность генераторов S, МВА	10	6,25
Расход топлива, л/час	1600	1120
Стоимость топлива, тыс. рублей/час	48	33,6

Ориентировочно затраты на внедрение КБ ВН можно определить по удельной стоимости 1 Мвар, составляющей по данным компаний производителей, 310 тысяч рублей. Тогда стоимость рассматриваемой КБ мощностью 3 Мвар напряжением 10 кВ составит 930 тысяч рублей. Для рассматриваемого примера срок окупаемости затрат на установку КБ на автономной СЭС составит около 1 года только за счет уменьшения количества работающих ДЭГ.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Меньшов Б.Г. Электротехнические установки и комплексы в нефтегазовой промышленности. Учебник для ВУЗов М.: Недра, 2000.
2. Веников В.А., Жуков Л.А., Карташев И.И., Рыжов Ю.П. Статические источники реактивной мощности в электрических сетях. – М.: Энергия, 1975, 135 с.

Научный руководитель: Е.А. Кротков, к.т.н., доцент, ФГБОУ ВПО СамГТУ, электротехнический факультет, кафедра АЭС.

## РАЗРАБОТКА ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ СОЛНЕЧНЫХ УСТАНОВОК

А.С. Петрусёв

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,  
Энергетический институт, каф. ЭПП

Целью данной работы является реализация наиболее эффективных способов повышения интегрального коэффициента полезного действия возобновляемых источников энергии на базе солнечных электростанций.

Тема работы актуальна в рамках реализации программ по Критическим технологиям федерального уровня приоритетных направлений России. Солнечные станции имеют невысокую эффективность преобразования солнечной энергии в электрическую в течение дня, которая зависит не только от собственного КПД солнечных элементов (который для стандартных панелей лежит в пределах 14-18%), но и от положения солнца относительно солнечных панелей. Наиболее же важным фактором, ограничивающим распространение солнечных станций, является их высокая стоимость – порядка 2-3\$ за удельный Ватт мощности в странах СНГ.

Предлагается снижение удельной стоимости солнечных станций за счёт концентрации лучистой энергии за счёт концентраторов, что позволит снизить количество используемых для создания номинальной мощности фотоэлементов. Для ориентации концентратора следует использовать трекер. Мы предлагаем одноосный солнечный трекер и акриловый концентратор, которые имеют ряд преимуществ перед своими аналогами.

Перед началом их разработки были проведены теоретические и экспериментальные исследования. Рассчитана зависимость достигающей фотоэлементов солнечной радиации от угла падения на солнечную панель лучей. Её график изображён на рисунке 1.

При расчёте учитывались такие характеристики, как общая площадь падения, коэффициент отражения материалов, фоновое излучение. На основе вышеуказанных зависимостей получено, что солнечная панель вырабатывает приблизительно на 40% меньше энергии из-за движения солнца по высоте и азимуту в течение дня.



Рис. 1 Зависимость мощности батареи от угла падения на неё лучей

Основным и наиболее эффективным способом увеличения мощности солнечных установок при как можно меньшем увеличении цены всей системы является установка концентратора. Концентратор – это устройство, собирающее солнечную энергию с большей площади и направляющее её на меньшую, тем самым позволяя генерировать ту же мощность при меньшем количестве используемых фотоэлементов, которые составляют основную долю стоимости солнечных систем. Предлагается использование уникального акрилового концентратора. Он представляет собой лист оргстекла толщиной всего около 1 сантиметра со специальной внутренней и внешней структурой. Благодаря ней лучи, падающие на поверхность концентратора, многократно преломляются до достижения одного из его торцов. В связи с отношением площади приёмной поверхности концентратора к одному торцу как 1 к 14, достигается 7ми кратная концентрация и КПД порядка 75%, связанный с потерями энергии при поглощении излучения материалом концентратора и частичном отражении излучения на каждой границе материалов. Геометрическая эффективность лучей, доходящих до фотоэлементов на торцах, рассчитывалась методом Монте-Карло в программе ZEMAX. КПД посчитан теоретически и подтверждён экспериментально. Концентратор имеет маленький вес и объём, имеет большую диаграмму направленности на солнце и не требует мощных систем охлаждения, позволяя обойтись пассивными радиаторами.

Но даже при эффективной работе концентратора в пределах от -30 до +30 градусов отклонения солнца по высоте, необходима его периодическая ориентация по азимуту. К тому же и обычные солнечные панели в течение дня вырабатывают примерно на 40% меньше энергии, как было указано ранее, в сравнении с тем, если бы солнечные лучи постоянно падали на них отвесно. Поэтому необходимо наличие солнечного трекера – устройства, периодически поворачивающего концентратор или солнечную панель на солнце.

Мы предлагаем одноосевой активный солнечный трекер. Принцип его действия основан на аналогово-цифровом сигнале платы управления, которая позволяет отказаться от использования микроконтроллеров и шаговых двигателей, позволяя снизить цену системы и упростить её, сохраняя качество и надёжность.

Разработана опытная модель установки в уменьшенном масштабе.

На трекер также установлены концевые выключатели на основе оптопары, ограничивающие угол поворота установки, что предотвращает наматывание и излом проводов.

Использование трекера позволяет увеличить эффективность работы на 30-35% для солнечных батарей и в несколько раз для концентратора. Применение же концентратора и трекера одновременно позволяет снизить стоимость солнечной энергии более чем в 2 раза. Основные конкурентные преимущества предлагаемого трекера в сравнении с аналогами в России и странах СНГ приведены в таблице 1.

Таблица 1. Конкурентные преимущества трекера

----- -	Угол поворота	Цена для 3,5 кВт батарей	Увеличение мощности	Регулировка вручную	Сервисное техническое обслуживание
<b>Наша продукция</b>	<b>Более 200 градусов</b>	<b>\$3 тыс.</b>	<b>32%</b>	<b>имеется</b>	<b>Дешёвое, раз в 2 года</b>
«Энергия Дисижн» (Челябинск, Омск), ED1500	150 градусов	\$7,8 тыс.	28%	отсутствует	Дорогое, раз в 2 года
«flagma» (Санкт-Петербург) H S-1000	150 градусов	\$9,5 тыс.	28%	отсутствует	Дорогое, раз в 2 года
«Байкал-Энергия (Иркутск)	120 градусов	\$9,4 тыс.	26%	отсутствует	Дорогое, раз в 2 года
«Солнечные батареи» (Украина)	180 градусов	\$7,2 тыс.	30%	отсутствует	Дорогое, ежегодно
«SAT Control» (Словения) ST40M2V3P	100 градусов	\$4 тыс.	20%	имеется	Дорогое, Раз в 2 года

На данный момент при грантовой поддержке Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере ведётся работа по созданию установки мощностью 200Вт. Приобретены 2 солнечных модуля мощностью 100Вт из Зеленограда. Их эффективность проверена на тестовом лабораторном стенде Научно-исследовательского института полупроводниковых приборов, который способен генерировать стандартную мощность 1000Вт/м<sup>2</sup>. Собран каркас для закрепления солнечных панелей, на котором имеется возможность менять угол наклона панелей от 40 до 60 градусов, что позволит увеличить эффективность сбора энергии в разные времена года. Ведётся работа по сбору механизма вращения трекера.

Заключение: проведена НИР в области повышения эффективности солнечных установок, подтвердившая целесообразность предлагаемых решений. Ведутся ОКР в этом направлении.

Научный руководитель: Е.Ж. Сарсикеев, к.т.н., преподаватель ЭНИН ТПУ

## **АКТИВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПОТОКАМИ МОЩНОСТИ - КЛЮЧЕВОЙ ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ РАЗВИТИЯ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ГЕНЕРАЦИИ**

Ю.П. Кубарьков, Е.М. Камерная  
Филиал ОАО «СО ЕЭС» ОДУ Средней Волги  
Самарский государственный технический университет,  
электротехнический факультет

### **Введение**

Расширение доли децентрализованных возобновляемых источников электрической энергии (ВИЭ) определяет новые требования к обеспечению надежности и качества электроснабжения. [1].

Этот процесс имеет большое значение для совершенствования методов управления распределением электроэнергии системным оператором (СО).

**Модель управления.** Увеличивающаяся доля генерации распределенных источников энергии приводит к непредсказуемым перетокам мощности в сети, большим отклонениям напряжения и ухудшению качества электроэнергии за счет влияния реактивной мощности.

Введение местных ограничений сети будут происходить более часто, оказывая негативное влияние на качество поставки электроэнергии. Все же СО, тем не менее, продолжит управление своими сетями оптимальными способами и предоставление высококачественных услуг потребителям.

В ходе реализации новых подходов к задачам управления возникает много фундаментальных вопросов, которые являются результатом интеграции распределенной генерации (РГ) и других распределенных энергоресурсов (РЭР) в энергетической системе [2].

Ответы на эти вопросы может дать разработка активно-адаптивного управления системой распределения потоков мощности [3].

Действительно, оптимальное управление распределением потоков мощности позволит сетям объединять энергоресурсы наиболее эффективно, учитывая преимущества и особенности различных видов генерации. При этом должны быть приняты во внимание реверсивные потоки мощности [4].

**Интеграция распределенной генерации** является ключевой проблемой для распределенных энергоресурсов (РЭР), генерации (РГ) и аккумуляции энергии (РАЭ).

Типы источников, связанные на различных уровнях напряжения сети, представлены в Таблице 1.