

2. Формальский А.М. Управление движением неустойчивых объектов М.:Физматлит, 2014. – 232 с.
3. Поляхов Н.Д., Галиуллин Р.И. Управление двухзвенным перевернутым маятником// Известия СПбГЭТУ «ЛЭТИ»- 2015, -С. 37-41.

Научный руководитель Н.Д. Поляхов, д.т.н., профессор СПбГЭТУ «ЛЭТИ»

## **АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИМИ УСТАНОВКАМИ С ПОВЫШЕННОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТЬЮ**

Р.У. Гимазов  
Томский политехнический университет  
ЭНИН, АТП, группа 5БМ4Д

В условиях уменьшения запасов природного топлива, всё больше внимания уделяется использованию солнечной энергии в качестве основного энергоресурса. В настоящее время солнечные электростанции строятся не только в странах с высокой солнечной активностью, но практически во всех регионах мира с различными климатическими условиями. В связи с тем, что стоимость традиционных источников энергии сохраняет тенденцию роста, в настоящее время в регионах без стационарных сетей электропитания увеличивается уровень внедрения солнечных фотоэлектрических установок (СФЭУ). Это не только позволяет снизить экологическую нагрузку, но и экономически выгодно.

Солнечные фотоэлектрические установки осуществляют генерацию электроэнергии за счет прямого преобразования энергии солнечного излучения с помощью фотопреобразователей.

Солнечная фотоэлектрическая установка состоит из солнечных батарей в виде плоских прямоугольных поверхностей, работа которых состоит в преобразовании энергии солнечного излучения в электрическую энергию. Электрический ток в фотоэлектрическом генераторе возникает в результате процессов, происходящих в фотоэлементах при попадании на них солнечного излучения.

Наибольшее распространение получили СФЭУ на основе кремния трех видов: монокристаллического, поликристаллического и аморфного.

Для фотопреобразователей из монокристаллического кремния в лабораторных условиях на опытных образцах достигнут КПД 24%. На малых опытных модулях – 18%. Для поликристаллического кремния эти рекордные значения равны 17 и 16 %, для аморфного кремния на опытных модулях достигнуты КПД около 11 %.

Все эти данные соответствуют так называемым однослойным фотоэлементам. Кроме того, используются двух- и трехслойные фотоэлементы, которые позволяют использовать большую часть солнечного спектра по длине волны солнечного излучения. Для двухслойного фотоэлемента на опытных образцах получен КПД 30%, а для трехслойного 35-40%.

СФЭУ могут быть снабжены инверторами, преобразующими постоянный ток в переменный, и системами накопления электроэнергии (аккумуляторными батареями).

Совершенствование фотоэлектрических установок прежде всего зависит от улучшения технических характеристик источников тока – солнечных и аккумуляторных батарей (СБ, АБ). Однако даже при самых совершенных источниках энергии энергетическая установка в целом может обладать неудовлетворительными энергетическими характеристиками из-за нерационального использования их возможностей. Поэтому при разработке СФЭУ должна решаться комплексная задача, объединяющая вопросы эффективности устройств и рационального подхода к их использованию.

Повысить коэффициент энергетической эффективности СФЭУ не менее чем на 30–50% возможно следующими основными способами:

- реализацией режима отбора мощности в оптимальной рабочей точке вольт-амперной характеристики в течение всего срока эксплуатации (режим экстремального регулирования мощности солнечных батарей);
- реализацией режима непрерывного автоматического слежения фотоэлектрических панелей за Солнцем;
- оптимизацией конструкции солнечной батареи с целью достижения минимального нагрева фотоэлементов.

Энергетическая эффективность реализации режима экстремального регулирования мощности СБ при глубоко разряженной АБ может достигать 50%

Эффект от реализации режима непрерывного автоматического слежения фотоэлектрических панелей за Солнцем также значителен. Из проведенного предварительного анализа энергетической эффективности систем автоматического слежения за Солнцем следует, что

эффективность для Томска и Томской области [1] относительно горизонтального расположения фотоэлектрических панелей составляет:

- при выставлении солнечной батареи под углом, равным широте местоположения, – 20%;
- при применении одноосевой системы слежения за Солнцем – 42%;
- при применении двухосевой системы слежения за Солнцем – 51%.

Целесообразность оптимизации конструкции солнечной батареи с целью повышения коэффициента энергетической эффективности объясняется высокой чувствительностью фотоэлементов к температуре. С повышением температуры эффективность работы солнечных батарей, как и большинства других полупроводниковых приборов, снижается. Поэтому необходимо принимать все меры для снижения нагрева, неизбежного под палящими прямыми солнечными лучами.

Исходя из вышеизложенного, можно сделать вывод, что эффективная СФЭУ должна включать автоматизированную систему управления, ответственную за ориентацию панелей на Солнце, а также включающую алгоритмы режима экстремального регулирования мощности.

Система контроля и управления СФЭУ включает следующие элементы: фотоэлектрические датчики (ФЭД), преобразующие световой поток в токи, пропорциональные освещенности каждого солнечного элемента, микропроцессорный контроллер (МК), в котором токи преобразуются в напряжение, которое усиливается для согласования с диапазоном входных сигналов аналоговоцифрового преобразователя (АЦП) с помощью операционного усилителя (ОУ). АЦП МК последовательно преобразовывает напряжения всех сигналов в соответствующие цифровые коды. Все цифровые коды считываются в МК и обрабатываются по заложенному алгоритму.

МК подает на устройство управления шаговым двигателем (УУШД) код, соответствующий необходимому направлению и повороту. УУШД по сигналам МК коммутирует токи в обмотках шагового двигателя (ШД), обеспечивая тем самым поворот в нужном направлении и на заданный угол.

Режим экстремального регулирования мощности реализован в алгоритме контроллера, который связывает датчики напряжения СБ и АБ. Путём сравнения показателей датчиков, вырабатываются управляющие воздействия. Условиями срабатывания контроллера на управление являются превышение напряжения СБ над АБ и неполный заряд АБ.

АСУ СФЭУ также может быть дополнена системой мониторинга и оценки климатических факторов, влияющих на работу ФМ.

В некоторых случаях АСУ СФЭУ может включать резервные источники энергии (дизельгенератор, газогенератор), на которые переходит система, в случае недостатка солнечной энергии.

Подводя итог вышесказанному, можно заключить, что применение АСУ СФЭУ может значительно повысить энергетическую эффективность и обеспечить более качественное функционирование солнечных установок.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Шиняков Ю.А. Автоматизированная фотоэлектрическая установка с повышенной энергетической эффективностью // Доклады Том. гос. ун-та систем управления и радиоэлектроники – 2011 – № 2-1 – с. 282-286.
2. ВОЛГИН А.В. Автоматизированные системы контроля и управления солнечными энергетическими системами // Ползуновский вестник 2010 – № 2 – с. 149-154.
3. Шиняков Ю.А. Повышение энергетической эффективности автономных фотоэлектрических энергетических установок / Ю.А. Шиняков, Ю.А. Шурыгин, О.Е. Аркатова // Доклады Том. гос. ун-та систем управления и радиоэлектроники. – 2010. – № 2(22), ч. 2. – С. 102–107.

Научный руководитель: С. В. Шидловский, д.т.н., профессор каф. АТП ЭНИН ТПУ.

### **МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА САД-ПАКЕТОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ**

В.В. Сенько, М.А. Востров, Г.С. Долгих  
Самарский государственный технический университет

Моделирование информационных систем поддержки пакетов САД (computer-aided design), применяемых в задачах автоматизированного проектирования электрических сетей и систем невозможно без использования основ системного анализа и объектно-ориентированного подхода. При разработке и сопровождении САД-пакетов, применяемых для проектирования интеллектуальной элек-