

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ СИСТЕМ СЛЕЖЕНИЯ ЗА СОЛНЦЕМ

Бандарик С.Д.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Тонконогов Б.А. – к.т.н., доцент

В работе рассматривается эффективность применения систем слежения.

Цель работы: исследование эффективности применения систем слежения за солнцем, для дальнейшего применения полученных результатов в проектировании программно-аппаратного комплекса для мониторинга и управления фотоэлектрической станцией.

Среди возобновляемых источников энергии солнечная энергия представляет наибольший интерес. Солнечная энергетика характеризуется максимальной простотой использования, наибольшими ресурсами, экологической чистотой и повсеместным распространением.

Однако высокая цена энергетических систем ограничивает широкое применение солнечной энергетике. Еще одним фактором, ограничивающим распространение солнечной энергетике, является коэффициент преобразования падающей солнечной энергии: он не превышает 20%. Решением данной проблемы может стать система слежения за солнцем. При использовании доступной солнечной энергии применение различных систем слежения может увеличить эффективность установок до 80%.

На поверхность Земли от Солнца постоянно поступает определенное количество энергии. На 1 м² земной поверхности, перпендикулярной к направлению солнечных лучей, приходится достаточно постоянная величина энергии. Так, мощность светового потока у поверхности Земли на экваторе достигает 1,1 кВт/м², а на наших широтах - около 0,7 кВт/м². Приблизительно 20 % этой энергии можно преобразовать в электрическую солнечными панелями [1].

Максимальная производительность солнечных панелей достигается путем точной ориентации фотоэлектрических модулей на Солнце. При этом задачей устройства слежения является уменьшение угла падения солнца на рабочую поверхность фотоэлектрических модулей. Положение солнечных модулей может меняться с помощью привода.

Существует несколько способов контроля ориентации солнечных панелей:

15. Ручной способ ориентации на солнце;
16. Пассивный способ ориентации (положение модулей определяется алгоритмами управления);
17. Активный способ.

Активные системы имеют преимущество перед пассивными и ручными способами ориентации. Активные системы не только ориентируются на максимальный солнечный поток, но и учитывают отраженную энергию [2]. Поэтому на сегодняшний день активный способ является наиболее эффективным способом ориентации модулей.

Математический расчет эффективности применения систем слежения за Солнцем

Поток прямой солнечной радиации S_{rnp} на поверхность, расположенную под углом β (рисунок 1) к этому потоку равен:

$$S_{rnp} = S_{rmax} K_{am} \cos \beta, \quad (1)$$

S_{rmax} – количество радиации, которое попадает от Солнца на Землю.

β – приведенный угол падения солнечных лучей на поверхность инсоляции,

$K_{ат}$ – коэффициент поправки на воздушную массу, которую необходимо пройти лучу.

$$K_{am} = 1.1254 - \frac{0.1366}{\sin(h_c)}, \quad (2)$$

$$\cos \beta = \sin(h_c) \cos \alpha + \cos(h_c) \sin \alpha, \quad (3)$$

α – угол наклона плоскости ФМ к горизонту,

h_c – высота солнцестояния. Это угол, который определяет высоту Солнца над горизонтом в данный момент времени.

При использовании двухосной системы позиционирования поверхность фотоэлектрических панелей направлена на Солнце, следовательно, угол β между нормалью поверхности и солнечными лучами равен 0, и тогда мощность солнечных панелей максимальна, что согласуется с формулой:

$$S_r = S_{rmax} K_{am}, \quad (4)$$

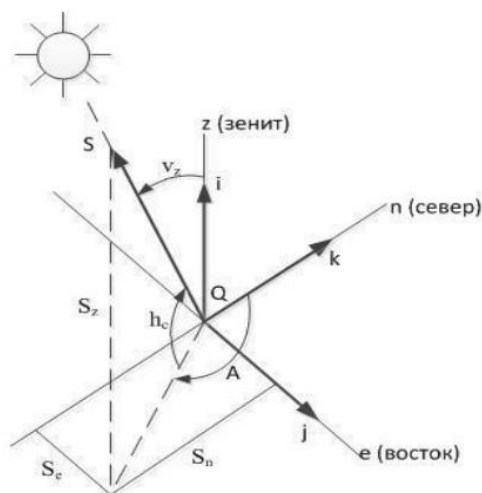


Рисунок 1 – Солнечный угол для наблюдателя

При использовании одноосной системы модуль вращается только в одной плоскости, а вторая статична[3]. Для одноосной системы ориентирования формула имеет вид:

$$S_r = S_{r \max} K_{am} \cos(\theta - h_c), \quad (5)$$

Для статичной панели, установленной под углом к горизонту, формула имеет вид

$$S_r = S_{r \max} K_{am} \cos(\theta - h_c) \cos(90^\circ - \tau), \quad (6)$$

Результаты расчетов

На рисунке 2 приведены результаты выигрыша мощности с применением двух- и одноосной систем относительно системы, установленной под углом к горизонту. Из данной гистограммы можно сделать вывод, что больше всего выигрыш по сбору мощности наблюдается летом при использовании систем слежения. Это обусловлено тем, что фиксированная система направлена на юг и не может захватить солнечную энергию, падающую к ней под углом большим 90° . Это как раз время года, в котором трекерные системы слежения дают наибольший эффект. Однако стоит учесть, что это математическая модель, которая не учитывает все факторы, но из нее можно сделать вывод об эффективности применения систем ориентации солнечных панелей.

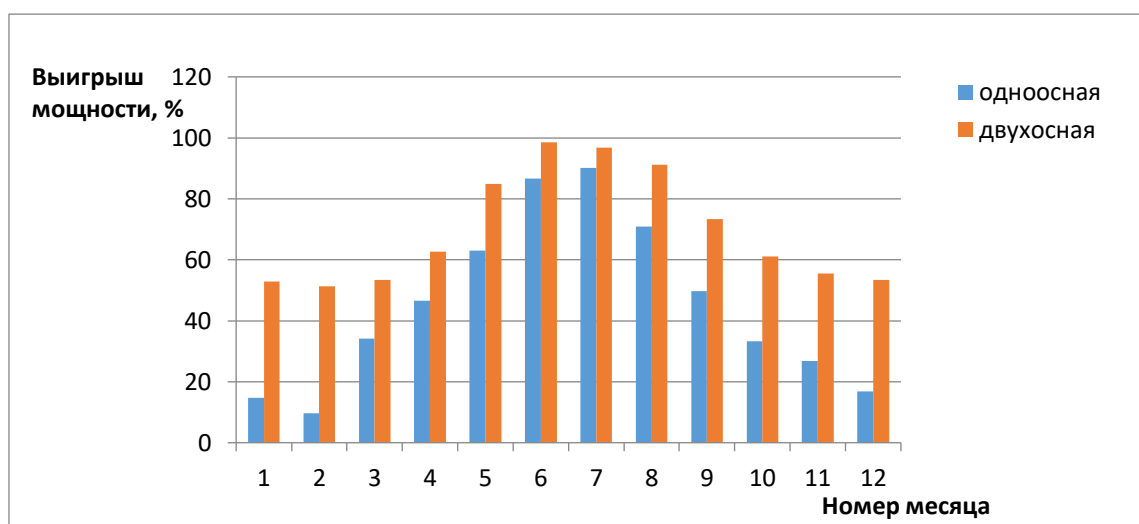


Рисунок 2 – Зависимость выигрыша мощности с применением систем слежения относительно установленной под углом

Список использованных источников:

1. Система слежения за солнцем [Электронный ресурс]. – Режим доступа <http://greenchip.com.ua/26-0-0-0.html>
2. Зубатюк, А.В. Исследование компьютерных систем для управления солнечными батареями [Электронный ресурс]. – Режим доступа http://www.rusnauka.com/44_NIOBG_2016/Тесниц/5_21_9682.doc.htm.
3. Китаева, М. В. Аппаратно-программный комплекс для контроля оптимальной ориентации фотозлектрических модулей [Электронный ресурс]. – Режим доступа https://portal.tpu.ru/portal/pls/portal/app_ds.ds_view_bknd.download_doc?fileid