

THE SIMULATION OF ELECTROMECHANICAL SYSTEMS  
WITH SWITCHER RELUCTANCE MOTORS

Ngo Xuan Cuong

*The article presents a mathematical model of switcher reluctance motors (SRM). Simulation of three-phase SRM (6/4) made on the basis of program package of Matlab - Simulink. Results are presented in graphical form.*

*Key words: switcher reluctance motor (SRM), simulation.*

Ngo Xuan Cuong, postgraduate, [cuongngoxuan@gmail.com](mailto:cuongngoxuan@gmail.com), Russia, Tula, Tula State University

УДК 621.311.243: 681.513.3

**ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СОЛНЕЧНЫХ БАТАРЕЙ  
С ПОМОЩЬЮ СЛЕДЯЩЕЙ СИСТЕМЫ**

Нго Сян Кьонг

*Обосновано применение следящей системы для повышения эффективности солнечных батарей. Некоторые результаты экспериментов и расчетов представлены в графическом и табличном видах.*

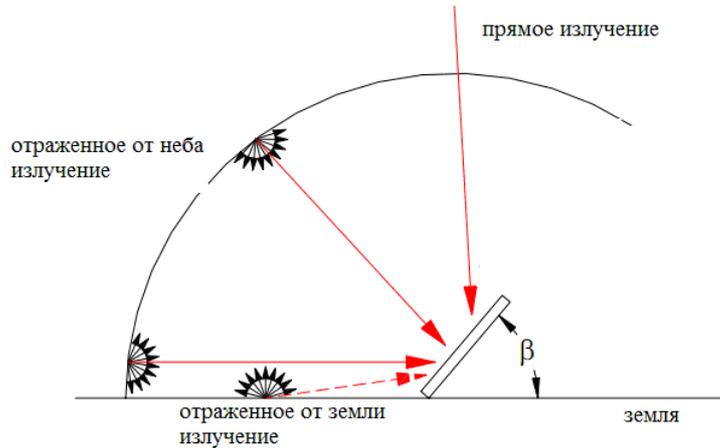
*Ключевые слова: эффективность, солнечные батареи, следящая система.*

На сегодняшний день использование солнечных батарей для выработки электроэнергии стало популярным во всех регионах страны. Новые методы и технологии были применены для создания высокопроизводительных панелей более низкой стоимости.

Зачастую солнечные батареи установлены на одной пластине, поэтому эффективность максимальна, когда Солнце находится перпендикулярно плоскости пластины панелей. В другие времена суток эффективность солнечных панелей будет снижаться. Возникает вопрос: как достичь максимальной эффективности солнечных батарей?

Суммарное излучение  $E_{\beta\Sigma}$ , падающее на наклонную поверхность (рис. 1), состоит из прямых  $E_{b\beta}$ , отраженных от земли  $E_{R\beta}$ , и диффузных от неба  $E_{d\beta}$  компонентов[1]:

$$E_{\beta\Sigma} = E_{b\beta} + E_{d\beta} + E_{R\beta}, \quad (1)$$



**Рис. 1. Компоненты падающего на наклонную поверхность излучения**

Сумма прямого излучения на наклонной с  $\beta$  градусом от горизонтальной поверхности, вращающейся на  $\gamma$  градусов от оси север-юг, может быть рассчитана путем умножения прямых горизонтальных облучения отношения  $\cos(\theta)/\cos(Z)$ , в том числе  $\theta$ -углом между солнечным излучением и нормалью наклонной поверхности и  $Z$ -солнечным зенитным углом. Кроме того, измерительная станция была расположена на крыше с очень низкой отражательной способностью, и отраженный компонент был намного ниже прямой и диффузной компоненты, таким образом, изотропная модель может быть использована для вычисления отраженного компонента на наклонной поверхности. Следовательно, уравнение (1) можно записать так:

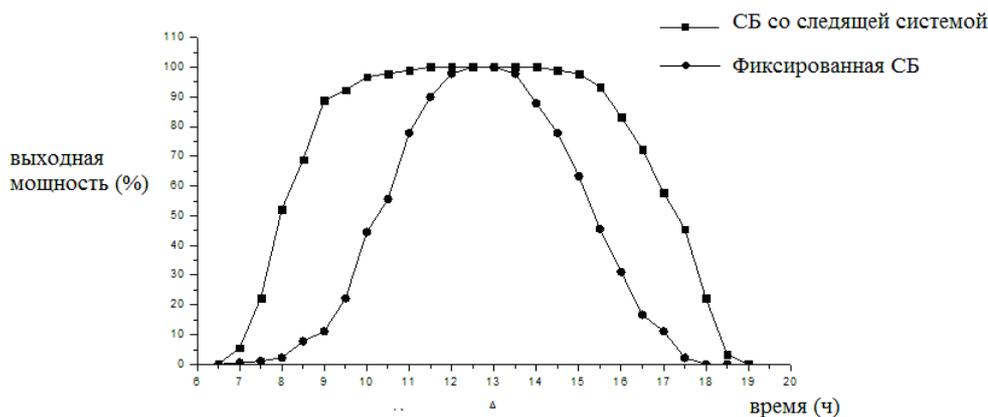
$$E_{\beta\Sigma} = E_b \frac{\cos \theta}{\cos Z} + E_d \left( \frac{1 + \cos \beta}{2} \right) + E_{\Sigma} \cdot R_g \left( \frac{1 - \cos \beta}{2} \right), \quad (2)$$

где  $E_b$ ,  $E_d$  и  $E_{\Sigma}$  - ежечасно прямая, диффузная и суммарная солнечная радиация на горизонтальную поверхность;  $\frac{1 + \cos \beta}{2}$  - угловой коэффициент Земли;  $\frac{1 - \cos \beta}{2}$  - угловой коэффициент поверхности Земли;  $R_g$  - отражающая способность Земли.

Для солнечных панелей с постоянной производительностью для повышения эффективности необходимо увеличить интенсивность солнечного излучения на панели. По формуле (2), для увеличения интенсивности солнечного излучения величина угла  $\theta$  приближена к нулю. Другими словами, солнечное излучение совпадает с нормальной наклонной плоскостью. Для этого необходима система управления, чтобы всегда определять направление солнечного излучения, от которого необходимо установить солнечные панели таким образом, чтобы плоскость панелей была перпендикулярна к солнечному излучению. Система управления обычно состоит из трех частей: датчика (распространенных типов LDR); обработки; двига-

теля и механической рамы.

В качестве примера используется СБ Solarex 9W из поликристаллического кремния, установленная на фланцах [2]. Результаты исследования представлены следующим образом. При исследовании применена одноосевая система слежения за Солнцем. На рис. 2 даны выходные мощности в течение дня с 6 утра до 7 вечера для СБ со следящей системой и фиксированной СБ на горизонтальной плоскости.



**Рис. 2. Экспериментальные результаты выходных мощностей для СБ со следящей системой и фиксированной СБ**

Очевидно, что время достижения пика производительности СБ со следящей системой будет растянуто. Это означает, что средняя 24-часовая накопленная электроэнергия из СБ со следящей системой будет больше, чем у СБ без следящей системы.

Видно, что мощность СБ со следящей системой ( $P_s$ ) создана в течение 24 часов, за вычетом энергии, питающей следящую систему ( $P_c$ ), является полезной энергией ( $P_{total}$ ). В таблице показано то, что  $P_{total}$  СБ со следящей системой больше, чем  $P_{total}$  фиксированной СБ.

**Экспериментальные результаты электроэнергии для СБ со следящей системой и фиксированной СБ**

Метод испытания измеренных данных	СБ со следящей системой	Фиксированная СБ
средняя 24-часовая накопленная электроэнергия из СБ $P_s$ (J)	276,480	345,900
24-часовая электроэнергия, потребляемая следящей системой $P_c$ (J)	0	9,216
Суммарная электроэнергия $P_{total}=P_s-P_c$ (J)	276,480	336,384

В среднем для различных мест расположения автономных фотоэлектрических энергетических установок повышение энергетической эф-

эффективности за счет применения следящей системы повышается на 31 % для одноосевых систем и на 46 % для двухосевых [3].

Из вышесказанного следует, что использование следящей системы будет повышать эффективность систем солнечных батарей и, следовательно, снижать стоимость чистой солнечной энергии, делая ее доступной для всех.

### Список литературы

1. Hoang D.H. Năng Lượng Mặt Trời- Lý Thuyết và Ứng Dụng, ĐН Bách Khoa Đà Nẵng, 2008.
2. Rizk J., Chaiko Y. Solar Tracking System: More Efficient Use of Solar Panels // Engineering and Technology. 41. 2008.
3. Шиняков Ю.А., Шурыгин Ю.А., Аркатова О.Е. Повышение энергетической эффективности автономных фотоэлектрических энергетических установок // Доклады ТУСУРа. 2010. Ч. 2.

*Нго Сян Кыонг, аспирант, [cuongngoxuan@gmail.com](mailto:cuongngoxuan@gmail.com), Россия, Тула, Тульский государственный университет*

#### *INCREASE EFFICIENCY SOLAR CELLS USING THE TRACKING SYSTEM*

*Ngo Xuan Cuong*

*The article describes the reason for a tracking system to improve the efficiency of solar cell (SC). Some of the results of experiments and calculations are presented in graphical and tabular forms.*

*Key words: efficiency, solar panels, servo system*

*Ngo Xuan Cuong, postgraduate, [cuongngoxuan@gmail.com](mailto:cuongngoxuan@gmail.com), Russia, Tula, Tula State University*