

УДК 620.9

## УПРОЩЕННАЯ МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ РАСЧЕТА СОЛНЕЧНОГО ЭЛЕМЕНТА

Власенко Е.О.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Олешкевич М.М.

Данная статья посвящена исследованию характеристик солнечных батарей с целью определения создания и построения вольт – амперной характеристики.

Модель солнечного элемента (СЭ) можно описать аналитически, либо множеством экспериментально снятых точек вольт-амперной характеристики (ВАХ). Эти множества точек можно экстраполировать для условий работы солнечного элемента (температура, освещенность и др.), для которых отсутствуют экспериментальные данные. Модели с распределенными параметрами, не пригодны для практического анализа работы солнечного элемента, так как параметры солнечного элемента изменяются с изменением температуры и освещенности, что затрудняет измерение параметров во всех диапазонах. Модели с сосредоточенными параметрами нашли наибольшее распространение для достижения наиболее точных результатов [1]. Эквивалентная схема СЭ описывается уравнением и представлена на рисунке 1:

$$I_H = I_{K3} - I_0 \left( e^{\frac{e(U + I_H R_{\Pi})}{AKT}} - 1 \right) - \frac{U}{R_{Ш}}, \quad (1)$$

где  $I_{K3}$  – фототок или ток короткого замыкания СЭ;  $I_H$  – ток нагрузки;  $I_0$  -ток насыщения;  $R_{\Pi}$ ,  $R_{Ш}$  – соответственно последовательное и шунтирующие сопротивление СЭ;

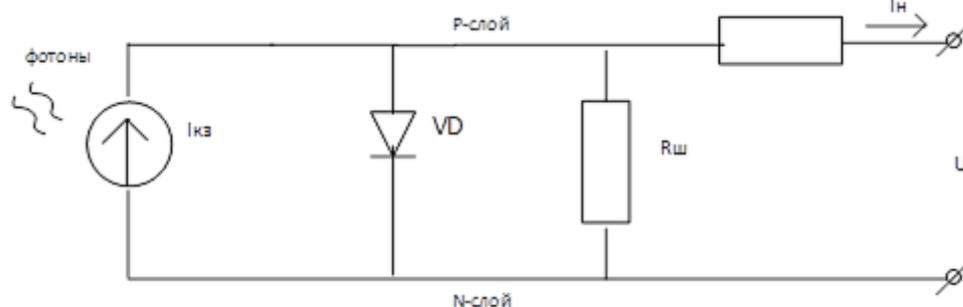


Рисунок 1. Эквивалентная схема солнечного элемента  
для постоянного тока.

Однако для упрощения расчетов, в том случае, когда все модули соединены последовательно была разработана упрощенную модель, которая описывает поведение модуля в рабочей точке и дает очень низкий уровень погрешности при расчете мощности, полученной от каждого модуля. В этой системе уравнений напряжение зависит от трех параметров, которые изменяется при варьировании температуры и освещенности:

$$U = (I_{K3} - I) \cdot R_{Ш} \quad (2)$$

$$U = a + b \cdot I + c \cdot I^2 \quad (3)$$

$$U = U_{xx} - R_{\Pi} \cdot I \quad (4)$$

где  $I$ ,  $U$  – соответственно значение тока и напряжения в рабочей точке;  $U_{xx}$  – напряжение холостого хода;  $a, b, c$  – коэффициенты, определяемые изменением температуры и освещенности

Также данная модель расчета может быть полезной при частичном затемнении модуля и позволяет легко проследить колебания температуры и изменение освещенности [2].

Так как в этой системе уравнений напряжение является явной функцией, то квадратичная зависимость тока дает нам информацию об изменении точки максимальной мощности.

Упростив систему, определим максимальные значения тока и напряжения в данной точке:

$$I_m = \frac{b}{3 \cdot c} \cdot \left( \sqrt{1 - \frac{a/b}{1/3 \cdot b/c}} - 1 \right) \quad (5)$$

$$V_m = \frac{2}{3} \cdot a + \frac{b}{3} \cdot I_m \quad (6)$$

Эти данные дают информацию о потерях энергии, которые могут быть вызваны изменением условий.

Данный подход позволяет сравнить ожидаемую и рабочую мощность и сделать вывод о функционировании как одного модуля, так и всей фотовольтаической системы в целом.

#### Литература

1. M.J. Sáenz, V. Martínez and J.C.. Jimeno, "Theoretical analysis of sorting and series connection of solar cells". 19-ая Европейская выставка-конференция по фотовольтаике (19th European Photovoltaic Solar Energy Conference and Exhibition), стр. 344-347. Париж, 2004.
2. S. Silvestre, A. Boronat and A. Chouder, "Study of bypass diodes configuration on PV modules". Applied Energy 86, стр.1632-1640, 2009.