

**VI Международная молодежная научно-практическая
конференция «ЭНЕРГОСТАРТ»
404-1
17-23 ноября 2023 года**

УДК 621.314

ДО ТХИ ЗУНГ, учитель
Система образования Винскул (Ханой, Вьетнам)

**ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ВОЗМУЩЕНИЯ И НАБЛЮДЕНИЯ ДЛЯ
ОТСЛЕЖИВАНИЯ ТОЧКИ МАКСИМАЛЬНОЙ МОЩНОСТИ
ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПАНЕЛИ**

В настоящее время количество ископаемого топлива уменьшается за повышение спроса использования людей. Следовательно, исследование и развитие солнечной энергии является актуальным направлением, которым много изучают ученые в течение последних лет.

На I-V нелинейной характеристике фотоэлектрической панели (ФП) существует одна точка, называемая точкой максимальной мощности (МРР), где мощность максимальна. Отслеживание точки максимальной мощности (MPPT) является способом идентификации значения максимальной мощности фотоэлектрического источника при изменении атмосферического условия.

Наличие много методов MPPT, которые представлены в литературах [1-4]. Можно перечислить следующие методы MPPT: констант напряжения или констант тока, возмущение и наблюдение (P&O), возрастающая проводимость (INC), нечеткое логическое управление и т.д. Каждый метод имеет свое преимущество и недостаток. P&O – это одно из простых и самых широких применяемых методов. В данной статье представляются метод P&O, моделирование, анализ этого метода и открытое направление для дальнего исследования.

Эквивалентная схема модели фотоэлектрического элемента (ФЭ) показана на рисунке 1-а. Вольтамперная характеристика I-V модели ФЭ определяется следующим выражением:

$$I_{pV} = I_{ph} - I_0 \left(e^{\frac{V_{pV} + I_{pV} R_s}{k_A T}} - 1 \right) - \frac{V_{pV} + I_{pV} R_s}{R_p}, \quad (1)$$

где I_{ph} – фотоэлектрический ток, I_0 – ток насыщения, R_s – последовательное сопротивление, R_p – параллельное (шунтирующее) сопротивление, A – коэффициент идеальности, q – модуль заряда электрона, k – постоянная Больцмана и T – температура солнечного элемента.

Фотоэлектрическая панель состоит из $N_s \times N_p$ (последовательных и параллельных) ФЭ и имеет следующую формулу I-V характеристики:

$$I_{PV} = N_p I_{ph} - I_0 \left(e^{\frac{V_{PV} + I_{PV} \frac{N_S}{N_p} R_s}{N_S k T}} - 1 \right) - \frac{V_{PV} + I_{PV} \frac{N_S}{N_p} R_s}{\frac{N_S}{N_p} R_p} \quad . \quad (2)$$

Графики I-V кривой ФП при изменении температуры и облученности показаны на рисунке 1-б. Видно, что точка МРР изменяется и зависит от температуры и облученности.

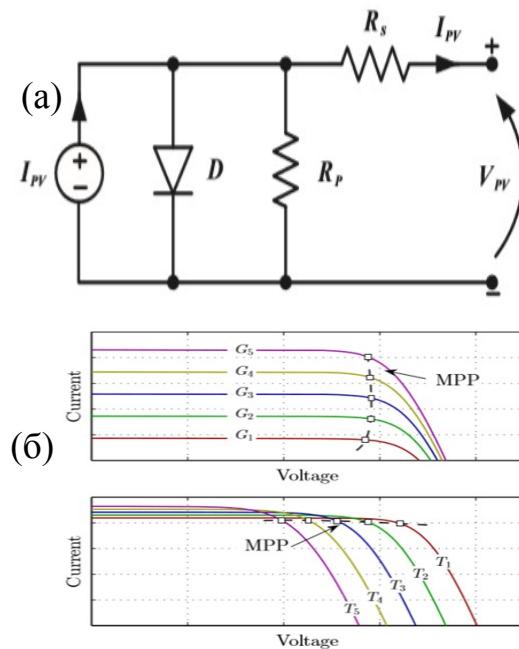


Рис. 1. А – Эквивалентная схема модели ФЭ. Б – Кривая I-V при разных облученности ($G_1 < G_2 < G_3 < G_4 < G_5$) и температурах ($T_1 < T_2 < T_3 < T_4 < T_5$), соответственно

Структура системы с MPPT контроллером показана на рисунке 2.

VI Международная молодежная научно-практическая конференция «ЭНЕРГОСТАРТ»
17-23 ноября 2023 года

404-3

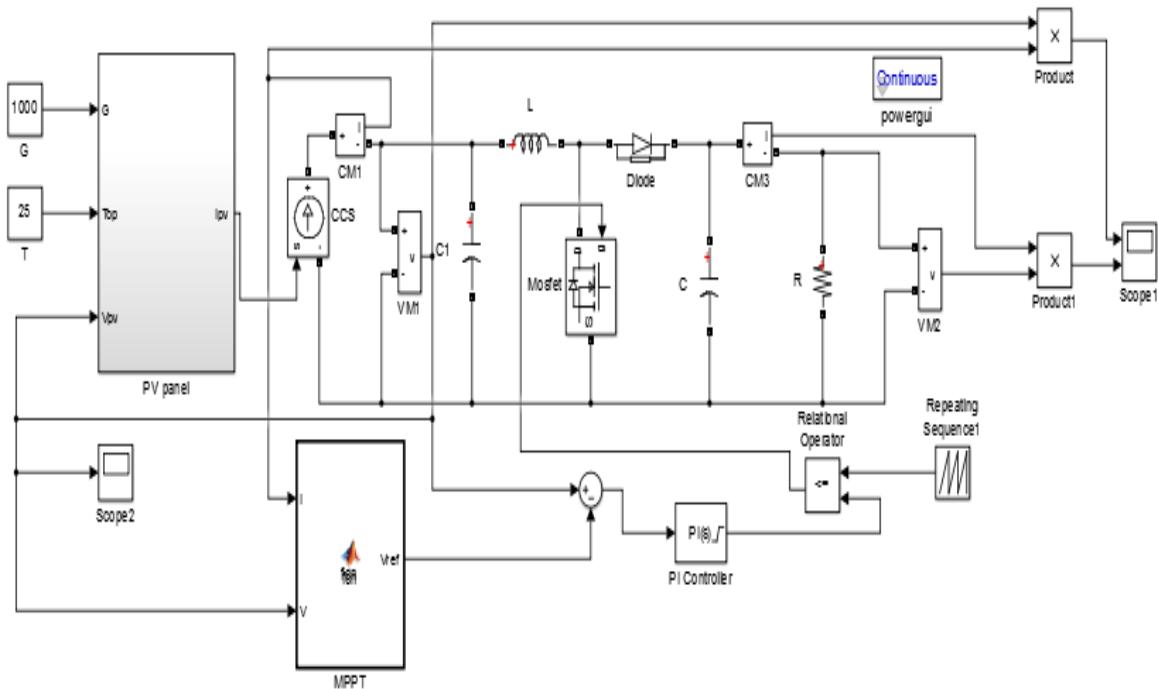


Рис. 2. Структура MPPT контроллера для фотоэлектрической системы с повышающим преобразователем

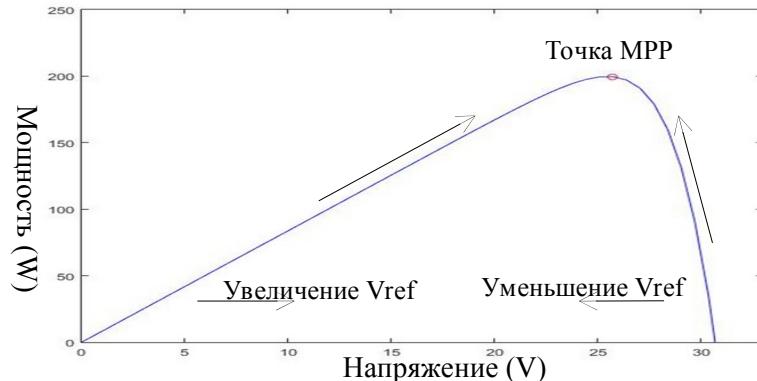


Рис. 3. Линия Р-В

Метод возмущения и наблюдения:

В этом методе выходное напряжение ФП изменяется на величину ΔV , следовательно, изменяется значение мощности ΔP [4]. На рисунке 3 показан принцип работы метода Р&О.

- Если точка работы системы находится в слева точки МРР, то нужно увеличивать напряжение V_{ref} до значения V_{MPP} .
- Если точка работы системы находится в справа точки МРР, то нужно уменьшать напряжение V_{ref} до значения V_{MPP} .

Алгоритм «возмущение и наблюдение» показан на рисунке 4.

**VI Международная молодежная научно-практическая
конференция «ЭНЕРГОСТАРТ»
17-23 ноября 2023 года**

404-4

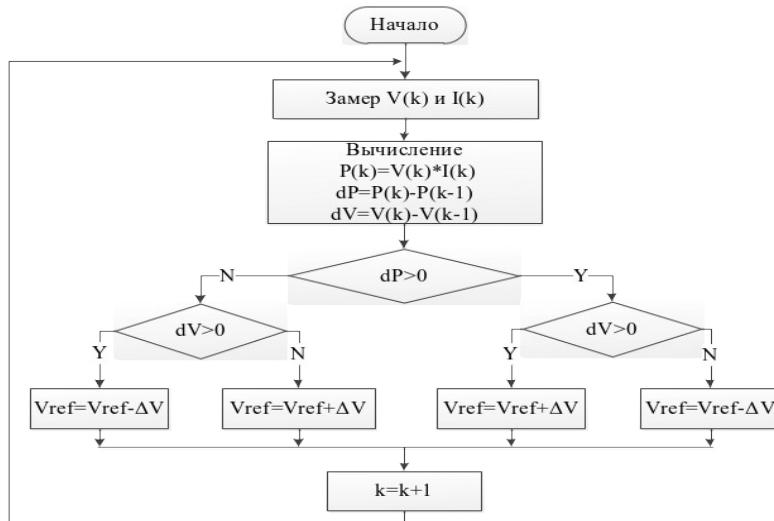


Рис. 4. Блок-схема алгоритма метода «возмущение и наблюдение»

Результаты моделирования и анализа показаны на рисунках 5, 6. Видно, что при изменении атмосферического условия (изменении облученности и температуры) метод Р&О дает хорошие результаты. Выходные значения хорошо слеживаются точку максимальной мощности (МРР) за короткое время. Однако на этих рисунках показано, что выходное напряжение имеет колебание вокруг точки максимальной МРР. Этот недостаток является шансом для будущих исследований, которые пытаются уменьшить колебание напряжения около МРР.

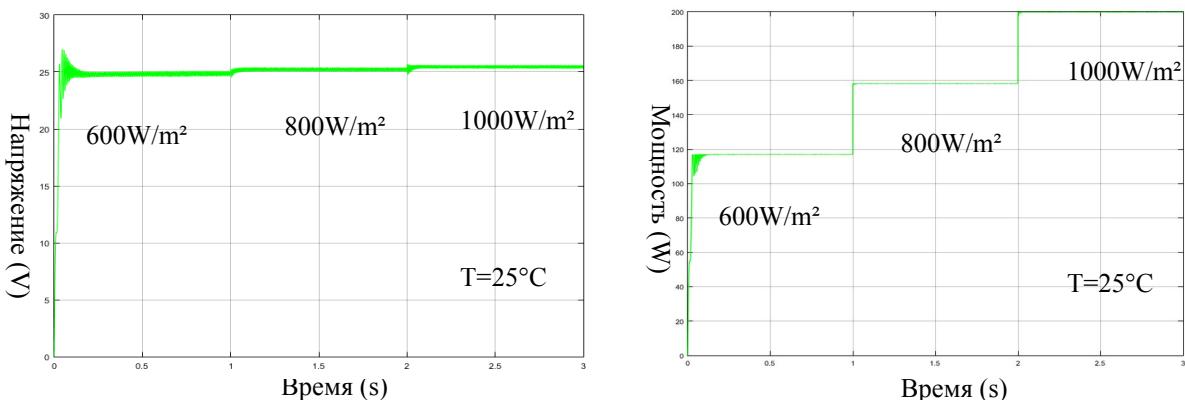


Рис. 5. Изменение напряжения и мощности ФП применением метода Р&О при изменении облученности

VI Международная молодежная научно-практическая конференция «ЭНЕРГОСТАРТ»

404-5

17-23 ноября 2023 года

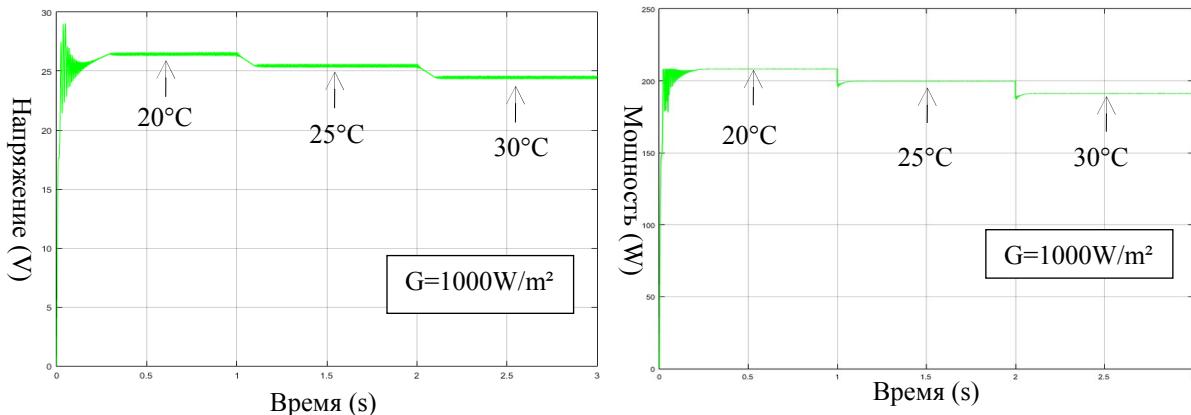


Рис. 6. Изменение напряжения и мощности ФП применением метода Р&О при изменении температуры

В данной статье было представлено моделирование ФП, посмотрено влияние температуры и облученности на мощность ФП. В статье также представлен метод Р&О для управления МРРТ. В результате моделирования это метод хорошо работает при изменении атмосферического условия и имеет возможность отслеживания МРР в короткое время. Однако это метод обладает недостатком, являющимся наличием колебания около точки МРР. Этот недостаток является шансом для дальнего исследования с целью уменьшения этого колебания.

Список литературы:

1. Pallavee B., Nema R.K. Maximum power point tracking control techniques: State-of-the-art in photovoltaic applications // Renewable and Sustainable Energy Reviews 23. – 2013. – P. 224-241.
2. Pulkit Singh, Palwalia D.K., Amit Gupta, Kumar P. Comparison of photovoltaic array maximum power point tracking techniques // NCREE. – April 2015. – Vol. 2. – № 1. – P. 401-404.
3. Saravana Selvan. D Modeling and Simulation of Incremental Conductance MPPT Algorithm for Photovoltaic Applications // Int. J. of Scientific Engineering and Technology. – 1 July 2013. Vol. 2. – № 7. – P. 681-685.
4. Williams K. F., Shanifa B., Johnson M. MATLAB/Simulink PV Module Model of P&O And DC Link CDC MPPT Algorithms with Labview Real Time Monitoring And Control Over P&O Technique // Int. J. of Advanced Research in Electrical, Electronics and Instrumentation Engineering. – December 2014. – Vol. 3. – № 5. – P. 92-101.