

brown coal begins at light intensities like 20-30 W/cm<sup>2</sup>. The coal enrichment wastes were gasified at intensities of ~ 800-1000 W/cm<sup>2</sup>.

Choosing the intensity of laser radiation, we can control the ratio of the components of the syngas and the gasification rate. The use of light sources of relatively low power allows for an efficient conversion of hydrocarbons into combustible gases. The use of focused sunlight as an energy source makes possible the creation of an efficient and cheap method for recycling industrial waste.

*The work was performed within the framework of the strategic plan for the development of National Research Tomsk Polytechnic University as one of the world-leading universities (project VIU-ISHFVP-184/2018).*

## **Определение точки максимальной мощности солнечной батареи алгоритмом роя частиц**

С.Г. Обухов, И.А. Ибрагим

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет*

В реальных условиях эксплуатации солнечные батареи фотоэлектрических станций, особенно большой площади, часто работают в условиях частичного затенения, вызванных налетевшим облаком, тенью от деревьев и близлежащих зданий и т.п. При частичном затенении солнечной батареи ее вольт-ваттная характеристика искажается и приобретает сложную форму с несколькими локальными экстремумами, что значительно усложняет задачу определения глобальной точки максимальной мощности солнечной батареи. Стандартные методы поиска точки максимальной мощности, которые применяются в контроллерах фотоэлектрических станций, не обеспечивают надежного отслеживания глобального экстремума вольт-ваттной характеристики, что приводит к увеличению потерь и снижению производительности электростанции.

В данной работе предлагается использовать для определения точки максимальной мощности солнечных батарей, работающих в условиях частичного затенения, эволюционный алгоритм роя частиц, достоинства которого являются простота, универсальность и высокое быстродействие.

В статье представлены результаты анализа энергетических характеристик солнечных батарей, работающих в условиях частичного затенения. Приведено краткое описание алгоритма роя частиц,

рассмотрены основные аспекты его функционирования, представлены математическое описание и блок-схема работы.

В результате проведенных исследований определены рациональные параметры алгоритма, обеспечивающие его эффективное применение для поиска точки максимальной мощности солнечных батарей в условиях частичного затенения. Рассмотрены четыре практических примера работы алгоритма при неравномерном освещении солнечных батарей, выполнена оценка его эффективности. Установлено, что наиболее сложными условиями работы алгоритма являются режимы с низкой величиной освещенности части солнечной батареи, характеризуемые пологими вольт-ваттными характеристиками. Показано, что применение эволюционного алгоритма роя частиц обеспечивает надежное и эффективное отслеживание точки максимальной мощности солнечных батарей в условиях частичного затенения. Для всех проведенных тестовых экспериментов максимальное число итераций не превышает 30, при времени отслеживания менее 1 минуты, что определяет хорошие перспективы применения данного алгоритма в промышленных контроллерах поиска точки максимальной мощности

## **Determination of the maximum power point of the solar cell by the particle swarm algorithm**

S. Obukhov, [A. Ibrahim](#)

*National Research Tomsk Polytechnic University*

In actual operating conditions, photovoltaic solar cells, especially a large area, often operate under partial shading caused by a cloud, a shadow from trees and nearby buildings, etc. With partial shading of the solar battery, its volt-watt characteristic is distorted and acquires a complex shape with several local peaks, which significantly complicates the task of determining the global point of the maximum power of the solar battery. Standard methods of searching for the maximum power point that is used in photovoltaic station controllers do not provide reliable tracking of the global peak of the volt-watt characteristic, which leads to increased losses and reduced power plant performance.

In this paper, the maximum power point tracking of solar panels, working in conditions of partial shading is evaluated using the particle swarm optimization algorithm, the advantages of which are simplicity, versatility and high performance.

The paper presents the results of the analysis of the energy characteristics of solar panels operating under partial shading. A brief