

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

description of the particle swarm algorithm is given, the main aspects of its functioning are considered, a mathematical description and a block diagram of the work are presented. As a result of the research, the rational parameters of the algorithm are determined, which ensure its effective application for finding the point of maximum power of solar batteries in partial shading. Four practical examples of the algorithm operation at non-uniform illumination of solar batteries are considered, its efficiency is estimated. It is found that the most difficult operating conditions of the algorithm are the modes with low illumination value of the solar battery, characterized by flat volt-watt characteristics.

It is shown that the application of the evolutionary particle swarm algorithm provides reliable and efficient tracking of the maximum power point of solar cells under partial shading conditions. The maximum number of iterations does not exceed 30 for all the test experiments, with a tracking time of less than 1 minute, which determines good prospects for the application of this algorithm in industrial controllers for finding the maximum power point.

## **Исследование характеристик различных видов биомассы применительно к технологиям топливосжигания**

К.Т. Ибраева, Ю.О. Манаев, С.А. Хаустов, Р.Б. Табакаев

*Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск,  
пр. Ленина, 30*

kti1@tpu.ru

Выработка энергии электростанциями сопровождается огромными выбросами в воздушное пространство вредных веществ, загрязняющих окружающую среду [1]. По данным Всемирной организации здравоохранения [2] загрязнение воздуха приводит к преждевременной смертности нескольких миллионов человек в год. Наибольший ущерб наносят станции, использующие в качестве топлива каменные и бурые угли, антрациты.

Снижение вредных выбросов энергетической отрасли постепенно обеспечивается вовлечением возобновляемых источников энергии (ВИЭ). Однако доля ВИЭ в выработке электроэнергии в настоящее время составляет лишь 7.1% (без учета гидроэнергетики) [2]. В связи с этим исследования по вовлечению ресурсов биомассы в топливно-энергетический баланс являются актуальными.