

*Пригара Юрий Александрович*

*Белорусский государственный университет*

*информатики и радиоэлектроники, Минск, Беларусь*

## **МОНИТОРИНГ ВЛИЯНИЯ ПАРАМЕТРОВ АТМОСФЕРЫ НА ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КРЕМНИЕВОЙ СОЛНЕЧНОЙ БАТАРЕИ**

*Аннотация.* В работе рассматриваются вопросы, связанные с перспективами развития солнечной энергетики. Рассмотрены основные параметры солнечного элемента. Проанализировано влияние температурной зависимости на эффективность преобразования энергии солнечными батареями.

*Ключевые слова:* солнечные батареи, вольт-амперная характеристика, солнечный элемент, температура, освещенность.

*Pryhara Yury A.*

*Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Belarus*

## **MONITORING THE INFLUENCE OF ATMOSPHERIC PARAMETERS ON THE ENERGETIC CHARACTERISTICS OF SILICON SOLAR BATTERY**

*Abstract.* The paper considers issues related to the prospects for the development of solar energy. The main parameters of the solar cell are considered. Examined the impacts of the influence of temperature dependence on the efficiency of energy conversion by solar panel.

*Keywords:* solar panels, current-voltage diagram, solar cell, temperature, illumination

Солнечные батареи (СБ), основой которым служит кремний, на сегодняшний день являются самыми популярными. Объясняется это широким распространением кремния в земной коре, его относительной дешевизной и высоким показателем производительности, в сравнении с другими видами солнечных батарей [1].

Кремниевые солнечные батареи представлены на рисунках 1 и 2 [2]:



Рисунок 1 – Аморфная солнечная панель [2]



Рисунок 2 – Кристаллическая солнечная панель [2]

Характерной особенностью технической деятельности человечества во второй половине XX и в начале XXI веков является быстрый рост энергопотребления [3, с. 4].

Увеличение производства энергии до сих пор происходило в основном за счет использования ископаемых источников энергии — нефти, природного газа, угля, ядерного топлива. Однако удовлетворить дальнейший рост энергопотребления только за счет использования ископаемых источников невозможно [3, с. 4].

Проблему нельзя решить также и за счет атомной энергетики, так как запасы урана ограничены [3, с. 4].

Таким образом, в начале XXI века мировая энергетика столкнулась с необходимостью резкого изменения структуры источников потребляемой энергии [3, с. 5]. К таким нетрадиционным и возобновляемым источникам энергии относится энергия солнца.

## Основные параметры солнечного элемента

На рисунке 3 можно увидеть схему солнечного элемента на основе  $p-n$  перехода. Ток  $I$  отбирается нагрузкой  $R$ , которая шунтирует основе  $p-n$  переход. Параллельно  $p-n$  переходу расположен генератор тока с силой тока  $I_{ph}$ , который описывает возбуждение неравновесных носителей солнечным излучением [3, с. 19].

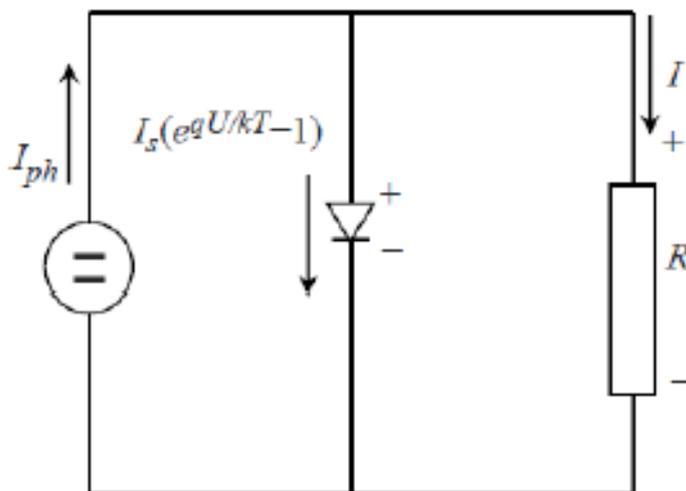


Рисунок 3 – Эквивалентная схема солнечного элемента [3]

Вольт-амперную характеристику можно описать следующим уравнением:

$$I = I_s \cdot \left( \exp\left(\frac{eU}{kT}\right) - 1 \right) - I_{ph}, \quad (1)$$

Величина фототока  $I_{ph}$  определяется числом избыточных носителей заряда, созданных светом и дошедших до  $p-n$  перехода:

$$I_{ph} = J_{ph} \cdot S = \frac{e\gamma\beta SI_E}{h\nu}, \quad (2)$$

где  $J_{ph}$  – плотность фототока;  $S$  – площадь  $p-n$ -перехода;  $\gamma$  – доля непро-рекомбинировавших пар носителей заряда, пришедших к  $p-n$ -переходу;  $\beta$  – квантовый выход;  $I_E$  – интенсивность излучения.

Из уравнения (2) можно получить график вольт-амперной характеристики (ВАХ)  $p-n$ -перехода под освещением. Из рисунка 4 видно, что ВАХ можно по-

лучить путем перемещения темновой характеристики вдоль оси токов вниз на величину  $I_{ph}$  [3, с. 20].

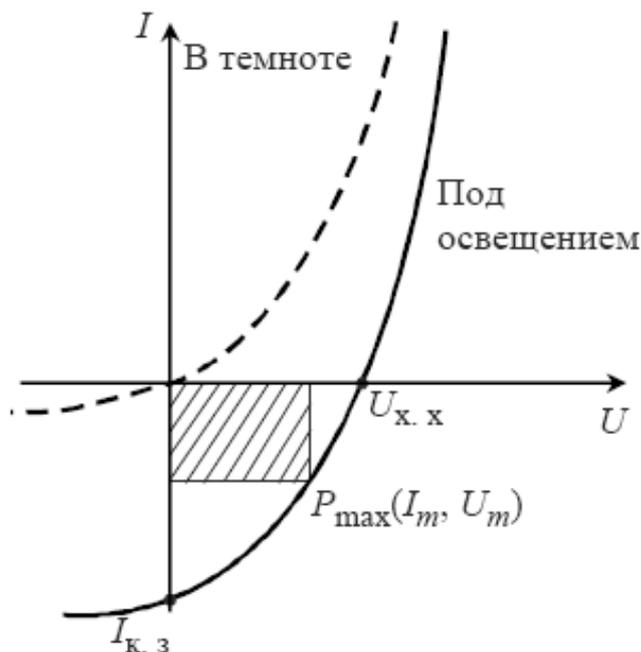


Рисунок 4 – Вольт-амперные характеристики фотоэлемента на основе  $p$ - $n$ -перехода [3]

Можно заметить, что уравнение ВАХ справедливо при освещении фоточувствительного элемента светом любого спектрального состава, изменяется лишь значение фототока  $I_{ph}$  [3].

### **Влияние температуры на параметры солнечных элементов**

ВАХ солнечных элементов (СЭ) и отдаваемая ими мощность сильно зависят от рабочей температуры. Соответствующее изменение КПД представляет большой интерес, поскольку рабочая температура может меняться в широком интервале значений, особенно при эксплуатации СЭ в космосе. Например, к заметному уменьшению спектральной чувствительности кремниевых СЭ в длинноволновой области спектра (и некоторому росту в коротковолновой) приводит понижение их температуры (см. рисунок 5) [4, с. 53].

Важное теоретическое и практическое значение имеют также зависимости от уровня освещенности. Широкое использование концентраторов излучения и необходимость поиска для них наиболее экономически выгодной конструкции инициируют научные исследования в этом направлении. Можно в

первом приближении представить зависимости тока короткого замыкания и напряжения холостого хода от уровня освещенности (см. рисунок 6) [4, с. 54].

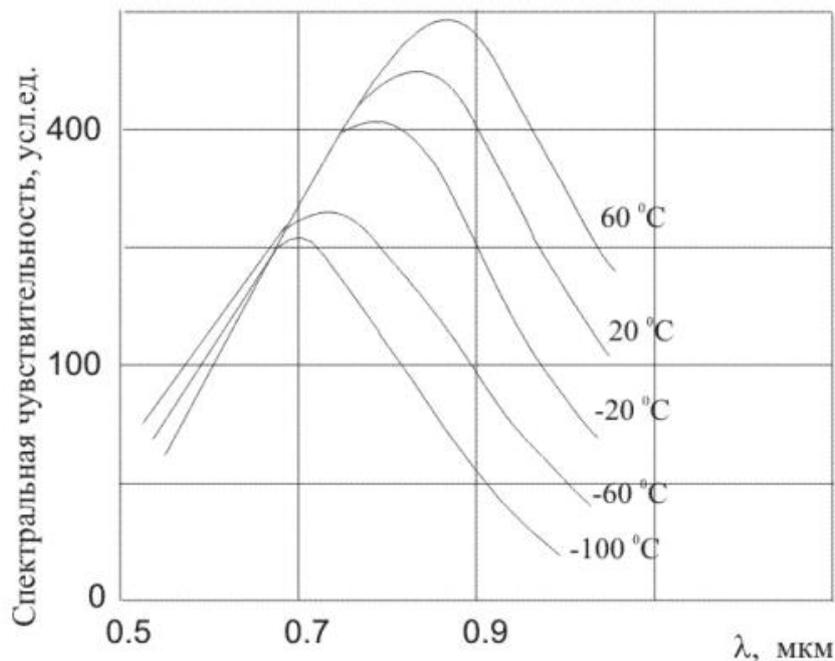


Рисунок 5 – Температурная зависимость спектральной чувствительности кремниевого СЭ [4]

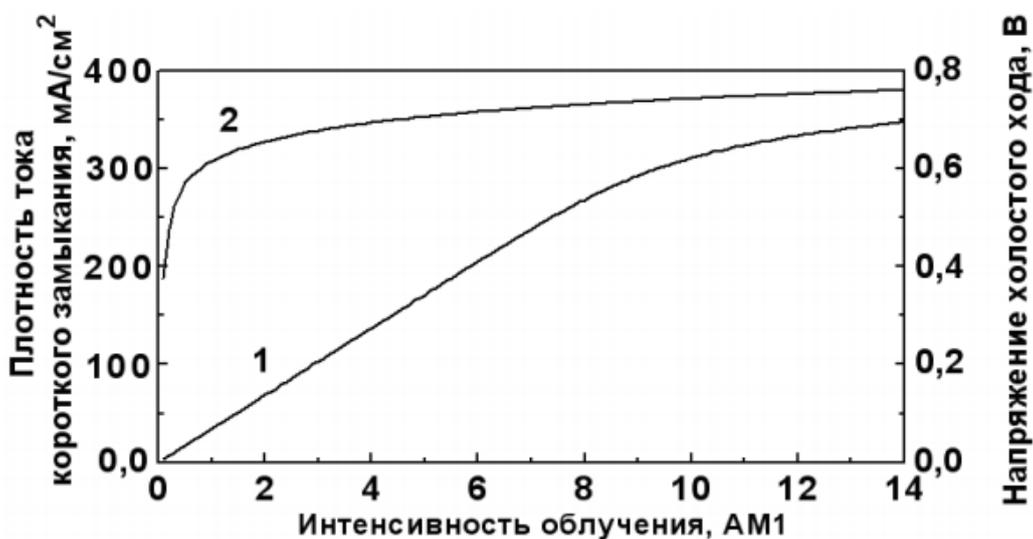


Рисунок 6 – Зависимости плотности тока короткого замыкания и напряжения холостого хода СЭ от интенсивности облучения [4]

Несмотря на то, что в ряде случаев сделанные допущения могут нарушаться, полученные зависимости достаточно корректны и в полной мере отражают общую динамику рассматриваемых характеристик с изменением уровня освещенности [4, с. 55].

### **Список использованных источников:**

1. AltEnergiya.ru [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://altenergiya.ru/sun/mnogoobrazie-vidov-solnechnyx-panelej.html>.
2. Batteryk.com [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://batteryk.com/kremnievye-solnechnye-batarei>.
3. Афанасьев В. П., Теруков Е. И., Шерченков А. А. Тонкопленочные солнечные элементы на основе кремния. СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2011. 168 с.
4. Солнечные элементы на основе полупроводниковых материалов / Гре-менок В. Ф., Тиванов М. С., Залесский В. Б. – Минск: Издательский центр БГУ, 2007. - 223 с.