

## ГРАДУИРОВОЧНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЭТАЛОННОГО СОЛНЕЧНОГО ЭЛЕМЕНТА

А. А. Мамрикова, Н. С. Парфенков

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель К. М. Медведев

**Введение.** В связи с необходимостью научно-технического обеспечения учебного процесса по специальностям и отдельным учебным дисциплинам, связанным с изучением проектирования и эксплуатации альтернативных источников электроэнергии, актуальным вопросом является оснащение лабораторий профильных кафедр учебными стендами.

Одним из обязательных структурных элементов учебно-лабораторного стенда «Исследование характеристик солнечных панелей» является датчик уровня солнечной радиации (энергетической освещенности), в качестве которого можно использовать небольшой эталонный солнечный элемент (рис. 1).



Рис. 1. Эталонный солнечный элемент, используемый в учебном стенде в качестве датчика энергетической освещенности

При падении на эталонный элемент солнечного света на его выводах появится напряжение холостого хода  $U_x$ , которое можно измерить с помощью вольтметра. С увеличением потока солнечной радиации (т. е. с ростом энергетической освещенности  $E_e$ ) напряжение на выводах датчика будет расти. Таким образом, существует зависимость  $U_x = f(E_e)$ , которую можно получить экспериментальным путем и использовать в качестве градуировочной характеристики эталонного солнечного элемента в дальнейшей эксплуатации учебного стенда, интерпретируя показания вольтметра на выходе датчика в единицах измерения энергетической освещенности.

**Цель и задачи исследования.** Целью исследования является обеспечение учебно-лабораторного стенда «Исследование характеристик солнечных панелей» средством измерения энергетической освещенности.

Задачами исследования являются:

– снять и построить градуировочную характеристику имеющегося в распоряжении кафедры «Электроснабжение» фотоэлектрического элемента малого размера (эталонного солнечного элемента в составе учебного стенда), т. е. зависимость  $U_x = f(E_e)$ ;

– определить возможность использования эталонного солнечного элемента в качестве датчика, измеряющего энергетическую освещенность.

**Методика выполнения исследований.** В качестве эталонного солнечного элемента (датчика энергетической освещенности) предполагается использовать фотоэлектрический элемент (рис. 1) со следующими характеристиками: размеры –

1,9 × 5,2 см; полезная площадь – 0,00097 м<sup>2</sup>; максимальная мощность – 0,16 Вт; максимальный ток – 0,3 А; номинальное напряжение холостого хода – 0,5 В; технология производства – поликристаллическая.

При выполнении исследований использовались следующие измерительные приборы:

– сертифицированный в Евросоюзе прибор SOLAR I-Vw (рис. 2, а) фирмы HT Italia, предназначенный для измерения вольт-амперных характеристик фотоэлектрических панелей и имеющий функцию измерения энергетической освещенности (нижняя граница диапазона измерения – 22 Вт/м<sup>2</sup>);

– эталонный фотоэлемент HT304N (рис. 2, б), входящий в комплектацию прибора SOLAR I-Vw;

– цифровой вольтметр МНИПИ В7-77 (рис. 2, в), позволяющий получать точность отображения результата измерения до 4 знаков после запятой (т. е. до 0,0001 В).

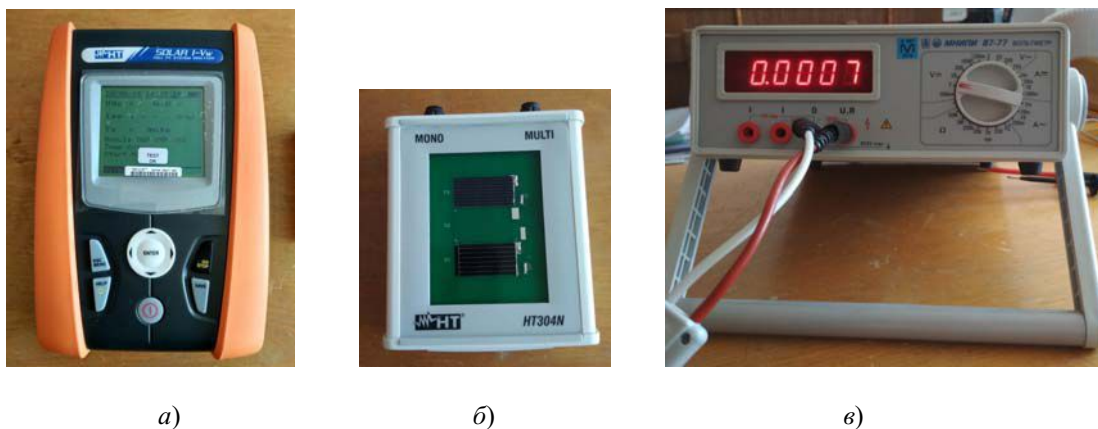


Рис. 2. Измерительные приборы:  
а – измеритель BAX SOLAR I-Vw; б – эталонный фотоэлемент HT304N;  
в – цифровой вольтметр МНИПИ В7-77

Исследования проводились в одной из аудиторий кафедры ТОЭ на южной (солнечной) стороне 2-го корпуса университета в ясный солнечный день около 13 ч. Окно в аудитории было открыто, исследуемый солнечный элемент находился под прямыми лучами солнца. Температура поверхностей элементов составляла около 45 °С.

Снятие градуировочной характеристики выполнялось в следующей последовательности:

1) эталонный фотоэлемент HT304N и исследуемый солнечный элемент были закрыты большим количеством полиэтиленовых пленок и/или листов бумаги, снижающих световую энергию, падающую на поверхность элементов;

2) постепенно число снижающих световой поток листов уменьшалось, при этом вольтметр В7-77 фиксировал напряжение  $U_x$ , а прибор SOLAR I-Vw – энергетическую освещенность  $E_e$ .

**Результаты исследований и их анализ.** На рис. 3 показана снятая градуировочная характеристика.

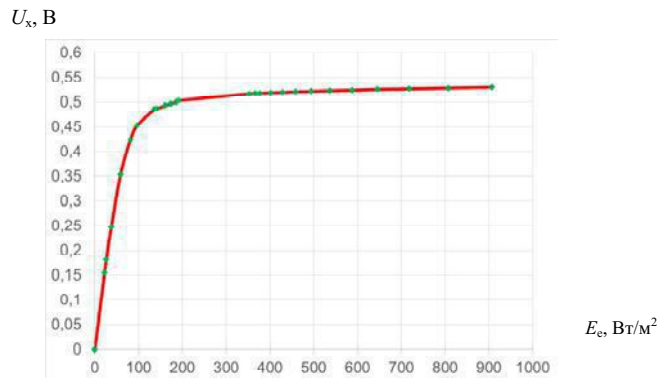


Рис. 3. Градуировочная характеристика эталонного солнечного элемента

Анализ полученной градуировочной характеристики позволяет сделать следующие выводы:

1. Градуировочная характеристика солнечного элемента резко нелинейная. Изгиб наблюдается в районе 100–150 Вт/м<sup>2</sup>.

2. Нелинейность характеристики приводит к неодинаковой чувствительности  $s$  датчика в различных диапазонах энергетической освещенности:

$$s = \frac{\Delta U_x}{\Delta E_e}, \text{ мВ/(Вт/м}^2\text{)},$$

где  $\Delta U_x$  – изменение напряжения холостого хода при соответствующем изменении  $\Delta E_e$  энергетической освещенности.

Так, средняя чувствительность составляет:

– на участке освещенности от 0 до 100 Вт/м<sup>2</sup> – 4,5 мВ/(Вт/м<sup>2</sup>);

– на участке освещенности от 380 до 900 Вт/м<sup>2</sup> – 0,022 мВ/(Вт/м<sup>2</sup>).

Для повышения чувствительности датчика энергетической освещенности можно использовать несколько солнечных элементов, соединенных последовательно. Например, при соединении 10 солнечных элементов в одну последовательную цепь чувствительность датчика в диапазоне освещенности от 380 до 900 Вт/м<sup>2</sup> вырастет в 10 раз и составит 0,22 мВ/(Вт/м<sup>2</sup>), что упростит требования к применяемому вольтметру и увеличит точность измерений.

3. Исследуемый солнечный элемент может использоваться в качестве измерительного датчика для измерения энергетической освещенности в учебно-лабораторном стенде при условии применения высокочувствительного милливольтметра.