

## Лабораторная работа № 8

### ПРЯМОЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЕ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ В ЭЛЕКТРИЧЕСКУЮ

Принадлежности: 1) солнечная батарея на базе фотоэлектрических преобразователей; 2) светильник - лампа накаливания с отражателем и источником света; 3) поворотное устройство, меняющее угол падения лучей; 4) люксметр; 5) универсальный вольтметр; 6) амперметр; 7) магазин сопротивлений.

Цель работы - изучить принципы преобразования солнечной энергии в электрическую. Исследовать основные технические характеристики фотоэлектрического преобразователя.

**Введение.** Солнце является основным источником энергии, обеспечивающим существование жизни на Земле. Электромагнитным излучением солнечная энергия передается в космическое пространство и достигает поверхности Земли. Вся поверхность Земли получает от Солнца мощность около  $1,2 \cdot 10^{17}$  Вт. Это эквивалентно тому, что менее одного часа получения этой энергии достаточно, чтобы удовлетворить энергетические нужды всего населения Земного шара в течение года.

В связи с большим потенциалом солнечной энергии (табл.10) чрезвычайно заманчивым является максимально возможное непосредственное использование ее для нужд людей.

Таблица 10

Освещенность, создаваемая различными источниками

Источники	Освещенность, лк	Плотность потока излучения, Вт/м <sup>2</sup>
Солнечный свет в полдень (средние широты)	100000	460
Солнечный свет зимой	10000	46
Облачное небо летом	5000-20000	23-92
Облачное небо зимой	1000-2000	4,6-9,2
Рассеянный свет в комнате	100	0,46
Светильники, создающие необходимую для чтения освещенность	30-50	0,14-0,23
Полная Луна, облучающая поверхность Земли	0,2	$0,92 \cdot 10^{-3}$

Для характеристики солнечного излучения используются физические величины. Рассмотрим основные из них.

*Поток излучения* - величина, равная энергии, переносимой электромагнитными волнами за одну секунду через произвольную поверхность. Единица измерения потока излучения - Дж/с = Вт.

*Плотность потока излучения* (энергетическая освещенность) - величина, равная отношению потока излучения к площади равномерно облучаемой им поверхности. Единица измерения плотности потока излучения - Вт/м<sup>2</sup>.

*Световой поток* - поток излучения, оцениваемый по его воздействию на человеческий глаз. Человеческий глаз неодинаково чувствителен к потокам света с различными длинами волн, вызывающим разные световые ощущения у человека. Единицей измерения светового потока с точки зрения восприятия его человеческим глазом (яркости) является люмен (лм). Световой поток в 1 лм белого света равен  $4,6 \cdot 10^{-3}$  Вт (1 Вт = 217 лм).

*Освещенность* – величина, равная отношению светового потока, падающего на поверхность, к площади этой поверхности. Освещенность измеряется в люксах (лк). 1 лк = 1 лм/м<sup>2</sup>. Для белого света 1 лк =  $4,6 \cdot 10^{-3}$  Вт/м<sup>2</sup> (1 Вт/м<sup>2</sup> = 217 лк). Для потока света от лампы накаливания 1 лк =  $10,7 \cdot 10^{-3}$  Вт/м<sup>2</sup>.

Приборы, предназначенные для измерения освещенности, называются люксметрами.

Самым оптимальным видом использования энергии солнца представляется прямое преобразование солнечной энергии в наиболее распространенную в использовании электрическую энергию.

Солнечные элементы характеризуются коэффициентом преобразования солнечной энергии в электрическую, который представляет собой отношение падающего на элемент потока излучения к максимальной мощности вырабатываемой им электрической энергии. Солнечные кремниевые элементы имеют коэффициент преобразования 10-15 % (т.е. при освещенности 1 кВт/м<sup>2</sup> вырабатывают электрическую мощность 1-1,5 Вт) при создаваемой разности потенциалов около 1 В.

**Описание установки.** Принципиальная схема установки дана на рис.19. В качестве солнечной батареи используется фотоэлектрический преобразователь 1 с элементами из монокристаллического кремния. Напряжение 12 В, мощность батареи 20 Вт. В качестве источника света 2 используется светильник с лампами накаливания напряжением 220 В. Поворотное устройство 3 позволяет изменять угол падения лучей от светильника – имитатора солнечного излучения – в пределах от 60° до нормального – 90° и 120°. Для измерения освещенности поверхности солнечного модуля используется люксметр 4 с насадками М (десятикратное ослабление светового потока) и Р (стократное ослабление). Для регулировки нагрузки в электрической цепи используется магазин сопротивлений 5. По показаниям амперметра 6 и вольтметра 7 измеряется сила тока и напряжение в электрической цепи солнечной батареи.

**Подготовка установки к эксперименту.** Перед началом работы необходимо ознакомиться с принципиальной схемой лабораторной установки; изучить измерительные приборы и инструкцию на люксметр Ю116.

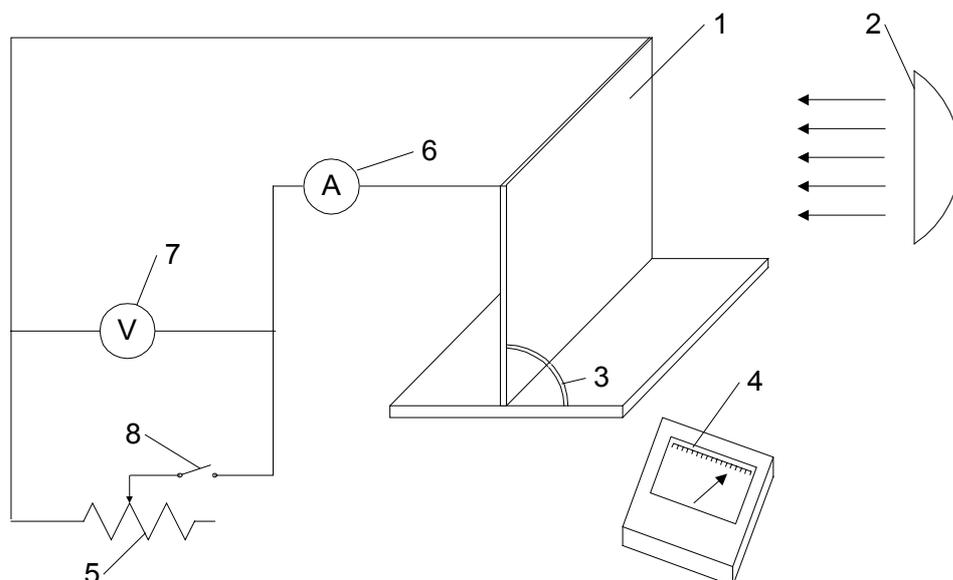


Рис. 19. Схема экспериментальной установки: 1 – фотобатарея; 2 – имитатор солнца; 3 – поворотное устройство; 4 – люксметр; 5 – магазин сопротивлений; 6 – амперметр; 7 – вольтметр; 8 – выключатель

### Порядок выполнения работы и обработка результатов измерений.

#### Исследование характеристик холостого хода элемента:

1. Удостовериться, что нагрузка (магазин сопротивлений) на солнечную батарею отключена.
2. Установить солнечную батарею так, чтобы лучи от светильника падали на поверхность солнечной батареи перпендикулярно.
3. Включить в сеть источник света (имитатор солнца).
4. Провести люксметром измерение освещенности поверхности солнечной батареи. Поскольку величина измеряемой освещенности неизвестна, для измерения освещенности люксметром используйте вначале насадки Р с наибольшим коэффициентом ослабления.
5. Люксметром измерить освещенность  $E$  в центре ( $E_{ц}$ ) и в четырех крайних точках поверхности ( $E_1, E_2, E_3, E_4$ ).
6. По показаниям вольтметра определить вырабатываемую солнечным элементом ЭДС.
7. Прodelать аналогичные измерения при косом падении излучения на поверхность модуля, поворачивая солнечную батарею на  $60^\circ, 120^\circ$ .
8. Вычислить плотность потока излучения (энергетическую освещенность), используя соотношения между лк и  $Вт/м^2$  для потока света от лампы накаливания,  $W = 10,7 \cdot 10^{-3} \text{ Вт/м}^2$ .
9. Вычислить ЭДС, вырабатываемую одним солнечным элементом ЭДС-1, разделив ЭДС на число элементов в солнечной батарее.
10. Все результаты занести в табл. 11.
11. Построить график зависимости ЭДС солнечной батареи от плотности потока излучения, падающего на поверхность.

Таблица 11

## Результаты измерений и вычислений

Угол падения излучения, град	$E_{ц}$ , лк	$E_1$ , лк	$E_2$ , лк	$E_3$ , лк	$E_4$ , лк	$E_{ср}$ , лк	ЭДС, В	$W$ , Вт/м <sup>2</sup>	ЭДС-1, В
90									
60									
120									

**Определение вольт-амперной характеристики солнечной батареи:**

1. Подключить нагрузку (магазин сопротивлений) к цепи солнечной батареи.
2. Установить поверхность солнечной батареи перпендикулярно направлению потока излучения от источника (светильника).
3. Включить источник света. По показаниям вольтметра определить напряжение в цепи  $U$ .
4. С помощью магазина сопротивлений изменить сопротивление нагрузки в цепи и выполнить измерение  $U$  и  $I$ . Провести измерения 3 раза в пределах от минимального до максимального значения сопротивления нагрузки.
5. Для каждого измерения вычислить электрическую мощность в цепи  $W = UI$ .
6. Все данные занести в табл.12.
7. Построить вольт-амперную характеристику (график зависимости  $I$  от  $U$ ) солнечной батареи при данной плотности потока излучения, значение которой взять из предыдущей серии измерений.
8. Отметить наибольшее значение мощности, вырабатываемой солнечной батареей.

Таблица 12

## Результаты измерений и обработки данных

Номер измерения	Плотность потока излучения, Вт/м <sup>2</sup>	Напряжение $U$ , В	Ток $I$ , А	Мощность $W$ , Вт
1				
2				
3				
4				
5				

**Анализ результатов.** Результаты работы представляются в виде двух таблиц (табл. 11 и 12) и двух графиков: зависимости ЭДС-1 одного солнечного элемента от плотности потока излучения, падающего на поверхность элемента, и зависимости полной ЭДС, вырабатываемой солнечной батареей от освещенной батареи.