

М Е Ж Г О С У Д А Р С Т В Е Н Н Ы Й   С Т А Н Д А Р Т

---

**ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ПРИБОРЫ**

**Часть 1**

**ИЗМЕРЕНИЯ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ  
ВОЛЬТ-АМПЕРНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК**

Издание официальное

**М Е Ж Г О С У Д А Р С Т В Е Н Н Ы Й   С Т А Н Д А Р Т****Фотоэлектрические приборы****Часть 1****ИЗМЕРЕНИЯ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ  
ВОЛЬТ-АМПЕРНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК****ГОСТ  
28977—91**Photovoltaic devices. Part 1.  
Measurement of photovoltaic voltage-current characteristics**(МЭК 904-1—87)**МКС 27.160  
ОКСТУ 3480Дата введения 01.01.92**1. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ**

В настоящем стандарте приведена методика измерения вольт-амперных характеристик кристаллических кремниевых фотоэлектрических приборов при естественном и имитированном солнечном свете.

Методика применима для одного солнечного элемента, сборочного узла солнечных элементов или плоского модуля.

**Примечания:**

1. Термин **образец** используют для обозначения любого из этих приборов.
2. Методика применима только для приборов с линейной характеристикой преобразования.

**2. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ИЗМЕРЕНИЮ**

2.1. При измерении облученности используют отградуированный эталонный прибор, как это определено в относящейся к этому вопросу будущей публикации МЭК.

2.2. Эталонный прибор должен иметь ту же относительную спектральную характеристику, что и образец, а также должен быть выбран и отградуирован в соответствии с будущей, относящейся к этому вопросу, публикацией МЭК.

2.3. Температура эталонного прибора и образца должна быть измерена с точностью  $\pm 1$  °С.

Если температура эталонного прибора отличается более чем на 2 °С от температуры, при которой он был отградуирован, то в градуировочное значение должна быть введена температурная поправка.

2.4. Активная поверхность образца должна быть компланарна в пределах  $\pm 5^\circ$  с активной поверхностью прибора. Коллимирующие устройства использоваться не должны.

2.5. Измерительная схема показана на чертеже.

2.6. Напряжение и ток должны быть измерены с точностью  $\pm 0,5$  % с использованием независимых проводников от выводов тока образца.

2.7. Ток короткого замыкания должен быть измерен при нулевом значении напряжения с использованием регулируемого напряжения смещения (предпочтительно электронного) для компенсации падения напряжения на внешнем, последовательно включенном сопротивлении. Ток короткого замыкания может быть определен путем измерения падения напряжения на прецизионном 4-клеммном резисторе. Сопротивление должно быть выбрано так, чтобы падение напряжения

на нем не превышало 3 % напряжения холостого хода прибора, т. е. внутри диапазона, в котором обеспечивается линейная зависимость тока от напряжения. Кривая экстраполируется к нулевому значению напряжения.

2.8. Вольтметры должны иметь внутреннее сопротивление не менее 20 кОм/В.

2.9. Все приборы должны быть проверены и соответствовать требуемой точности во время измерения.

2.10. Точность коррекции по облученности и температуре должна периодически подтверждаться путем измерения характеристики образца при выбранных условиях и сравнения результатов с соответствующими данными экстраполяции.

### **3. ИЗМЕРЕНИЕ ПРИ ЕСТЕСТВЕННОМ СОЛНЕЧНОМ СВЕТЕ**

Измерения при естественном солнечном свете следует проводить только тогда, когда суммарная облученность (солнце + небо) во время измерения не колеблется более чем на  $\pm 1$  %. Если предполагается результаты измерения приводить к стандартным условиям, то облученность должна быть не менее  $800 \text{ Вт}\cdot\text{м}^{-2}$ .

#### **Методика испытаний**

3.1. Установить эталонный прибор как можно ближе к компланарному с ним образцу. Прибор и образец должны быть перпендикулярны к пучку прямого солнечного излучения в пределах  $\pm 10^\circ$ .

3.2. Записать вольт-амперную характеристику и температуру образца одновременно с записью значений тока короткого замыкания и температуры эталонного прибора.

Если невозможно контролировать температуру, то необходимо защищать образец и(или) прибор от солнца и ветра до тех пор, пока их температура не сравняется с температурой окружающего воздуха. Измерение следует проводить немедленно после уборки экрана.

*Примечание.* В большинстве случаев инерция сохранения тепла образцом или прибором ограничит повышение температуры в течение первых нескольких секунд в пределах  $2^\circ\text{C}$ , и их температура остается одинаковой.

3.3. Скорректировать измеренную вольт-амперную характеристику под желаемые значения облученности и температуры в соответствии с ГОСТ 28976.

### **4. ИЗМЕРЕНИЕ ПРИ ИСКУССТВЕННОМ СОЛНЕЧНОМ СВЕТЕ В НЕПРЕРЫВНОМ РЕЖИМЕ ИЗЛУЧЕНИЯ**

Требования к имитации солнечного света в непрерывном режиме излучения для измерений фотоэлектрической характеристики находятся в стадии разработки.

#### **Методика испытаний**

4.1. Установить эталонный прибор его активной поверхностью в рабочей плоскости так, чтобы нормаль, опущенная к прибору, была бы параллельна центральной линии пучка излучения в пределах  $\pm 5^\circ$ .

4.2. Настроить облученность в рабочей плоскости так, чтобы эталонный прибор давал градуировочное значение тока короткого замыкания соответственно желаемому уровню.

4.3. Убрать эталонный прибор и установить образец в соответствии с п. 5.1.

*Примечание.* Если пучок излучения довольно широк и однороден, то образец может быть установлен рядом с эталонным прибором.

4.4. Не изменяя настройку индикатора, записать вольт-амперную характеристику и температуру образца. Если невозможно контролировать температуру, то необходимо защитить образец и(или) прибор от искусственного пучка излучения до тех пор, пока температура прибора не сравняется с температурой окружающего воздуха в пределах  $\pm 2^\circ\text{C}$ . Измерение следует проводить немедленно после уборки экрана (см. примечание к п. 3.2).

4.5. Если температура образца не достигла желаемой, то необходимо скорректировать измеренную вольт-амперную характеристику под желаемую температуру, используя методику, изложенную в ГОСТ 28976.

## 5. ИЗМЕРЕНИЕ ПРИ ИСКУССТВЕННОМ СОЛНЕЧНОМ СВЕТЕ В ИМПУЛЬСНОМ РЕЖИМЕ ИЗЛУЧЕНИЯ

Требования к имитации солнечного света в импульсном режиме излучения для измерений фотоэлектрической характеристики находятся в стадии разработки.

### Методика испытаний

5.1. Установить образец как можно ближе к эталонному прибору так, чтобы их активные поверхности располагались в рабочей плоскости. Нормаль, опущенная к образцу и эталонному прибору, должна быть параллельна оси пучка излучения в пределах  $\pm 5^\circ$ .

5.2. Настроить облученность в рабочей плоскости так, чтобы эталонный прибор давал градуировочное значение тока короткого замыкания соответственно желаемому уровню.

**Примечание.** В некоторых импульсных имитаторах измерительная система приводится в действие отдельным фотоэлектрическим элементом в тот момент, когда облученность достигает уровня, который предварительно установлен по эталонному прибору.

5.3. Произвести запись вольт-амперной характеристики и температуры образца (или окружающей температуры, если она такая же). Временной интервал между точками измерений должен быть достаточно длительным, чтобы была уверенность, что инерционность испытуемого образца и скорость сбора данных не внесут ошибок.

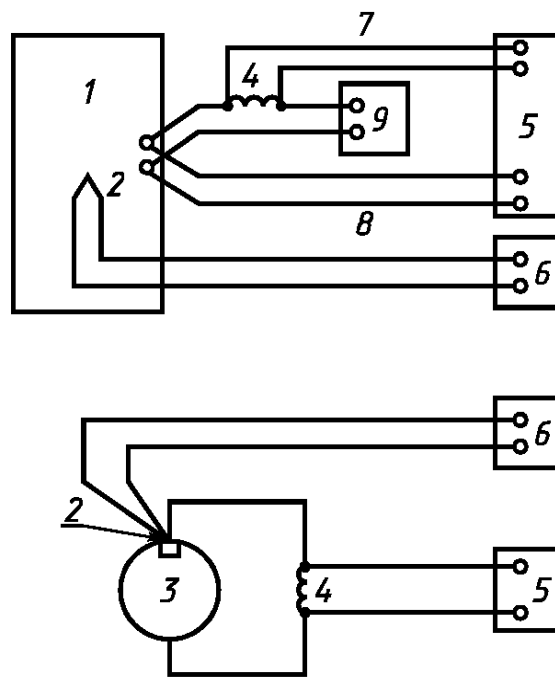
5.4. Скорректировать измеренную вольт-амперную характеристику под желаемую температуру и облученность в соответствии с ГОСТ 28976.

## 6. ОТЧЕТ ПО ИСПЫТАНИЯМ

Если требуется отчет по испытаниям, то он должен содержать следующие данные:

- описание и определение образца (солнечный элемент, сборочный узел солнечных элементов или модуль);
- условия испытаний (естественный или искусственный солнечный свет и в последнем случае краткое описание и класс имитаторов);
- облученность;
- температуры образца и эталонного прибора;
- описание и определение первичного и(или) вторичного эталонного прибора (элемента или модуля);
- градуировочные данные (где и когда проведена градуировка, градуировочное значение);
- отклонения от стандартных условий испытаний;
- результаты испытаний.

## Измерительная схема



1 — образец; 2 — температурный датчик; 3 — контрольный элемент; 4 — прецизионный резистор; 5 — измерительный прибор; 6 — регистратор температуры; 7 — цепь измерения тока; 8 — цепь измерения напряжения; 9 — переменная нагрузка (предпочтительно электронная)

**ИНФОРМАЦИОННЫЕ ДАННЫЕ**

- 1. ПОДГОТОВЛЕН И ВНЕСЕН** Межотраслевым государственным объединением «КВАНТЭМП»
- 2. УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ** Постановлением Государственного комитета СССР по управлению качеством продукции и стандартам от 19.04.91 № 531
- 3. Стандарт** подготовлен методом прямого применения международного стандарта МЭК 904-1—87 «Фотоэлектрические приборы. Часть 1. Измерение фотоэлектрических вольт-амперных характеристик» и полностью ему соответствует
- 4. ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ**
- 5. ССЫЛОЧНЫЕ НОРМАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ДОКУМЕНТЫ**

Пункт, в котором приведена ссылка	Обозначение соответствующего международного стандарта	Обозначение отечественного нормативно-технического документа, на который дана ссылка
3.3, 4.5, 5.4	МЭК 891—87	ГОСТ 28976—91

- 6. ПЕРЕИЗДАНИЕ.** Сентябрь 2004 г.

Редактор *В.П. Огурцов*  
Технический редактор *В.Н. Прусакова*  
Корректор *В.Е. Нестерова*  
Компьютерная верстка *И.А. Налейкиной*

Изд. лиц. № 02354 от 14.07.2000. Сдано в набор 24.09.2004. Подписано в печать 06.10.2004. Усл. печ.л. 0,93. Уч.-изд.л. 0,45.  
Тираж 58 экз. С 4128. Зак. 869.

---

ИПК Издательство стандартов, 107076 Москва, Колодезный пер., 14.  
<http://www.standards.ru> e-mail: [info@standards.ru](mailto:info@standards.ru)

Набрано в Издательстве на ПЭВМ

Отпечатано в филиале ИПК Издательство стандартов — тип. «Московский печатник», 105062 Москва, Лялин пер., 6.  
Плр № 080102