ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 58649— 2019 (МЭК 61829:2015)

БАТАРЕИ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ

Измерение вольт-амперных характеристик в натурных условиях

(IEC 61829:2015, Photovoltaic (PV) array — On-site measurement of current-voltage characteristics, MOD)

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2019

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 ПОДГОТОВЛЕН Обществом с ограниченной ответственностью «ВИЭСХ-ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ» (ООО «ВИЭСХ-ВИЭ») на основе собственного перевода на русский язык англоязычной версии стандарта, указанного в пункте 4

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 016 «Электроэнергетика»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 10 октября 2019 г. № 959-ст

4 Настоящий стандарт является модифицированным по отношению к международному стандарту МЭК 61829:2015 «Батареи фотоэлектрические из кристаллического кремния. Измерение вольт-амперных характеристик в натурных условиях» (IEC 61829:2015 «Photovoltaic (PV) array — On-site measurement of current-voltage characteristics», MOD) путем изменения отдельных фраз, слов, ссылок, которые выделены в тексте курсивом.

Внесение указанных технических отклонений направлено на учет потребностей национальной экономики Российской Федерации и особенностей объекта стандартизации, характерных для Российской Федерации.

Наименование настоящего стандарта изменено относительно наименования указанного международного стандарта для приведения в соответствие с ГОСТ Р 1.5—2012 (пункт 3.5).

Сведения о соответствии ссылочных межгосударственных и национальных стандартов международным стандартам, использованным в качестве ссылочных в примененном международном стандарте, приведены в дополнительном приложении ДА.

Сопоставление структуры настоящего стандарта со структурой указанного международного стандарта приведено в дополнительном приложении ДБ

5 ВЗАМЕН ГОСТ Р МЭК 61829—2013

Правила применения настоящего стандарта установлены в статье 26 Федерального закона от 29 июня 2015 г. № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации». Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ближайшем выпуске ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (www.gost.ru)

© Стандартинформ, оформление, 2019

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

Содержание

1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 1
3 Термины и определения 2
4 Испытательное оборудование 2
5 Условия испытаний 5
6 Порядок измерений 6
7 Обработка результатов измерений 10
7.1 Определение тока короткого замыкания фотоэлектрической батареи 10
7.2 Определение энергетической освещенности 10
7.3 Расчет средней температуры фотоэлектрической батареи 10
7.4 Расчет температуры перехода 10
7.5 Поправка на потери 11
7.6 Приведение результатов измерений к требуемым условиям испытаний 11
8 Протокол испытаний 11
Приложение ДА (справочное) Сведения о соответствии ссылочных межгосударственных и национальных стандартов международным стандартам, использованным в качестве ссылочных в примененном международном стандарте 13
Приложение ДБ (справочное) Сопоставление структуры настоящего стандарта со структурой примененного в нем международного стандарта 14
Библиография 15

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

БАТАРЕИ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ

Измерение вольт-амперных характеристик в натурных условиях

Photovoltaic array. On-site measurement of current-voltage characteristics

Дата введения — 2020—06—01

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на фотоэлектрические батареи (ФБ) и устанавливает порядок измерения вольт-амперных характеристик (ВАХ) фотоэлектрических батарей или их фотоэлектрических цепочек, фотоэлектрических групп или секций в натурных условиях. Стандарт также устанавливает порядок приведения измеренной ВАХ ФБ к стандартным условиям испытаний (СУИ) или к другим выбранным значениям температуры и энергетической освещенности.

Примечания

1 Стандартные условия испытаний: температура элемента 25 °С; энергетическая освещенность 1000 Вт/м^2; световой поток направлен перпендикулярно к воспринимающей поверхности; спектральный состав АМ 1,5 в соответствии с *ГОСТ Р МЭК 60904-3*, с учетом последних данных по спектру АМ 1,5 (*см. [1]*).

2 Другие нормальные условия испытаний см. *ГОСТ Р 56980—2016, приложение В*.

Измерение в натурных условиях ВАХ ФБ, состоящих из фотоэлектрических модулей/устройств с концентраторами, может отличаться процедурой измерения температуры, дополнительными требованиями к слежению за солнцем и охлаждению/поддержанию температуры. Может потребоваться использование соответствующих специальных средств измерения и эталонного прибора.

При измерении ВАХ ФБ, состоящей из двусторонних фотоэлектрических модулей (ФМ), и ФБ, состоящей из ФМ с многопереходными фотоэлектрическими элементами, следует учитывать особенности испытаний таких фотоэлектрических модулей (*см. [2] и [3]*).

При измерении в натурных условиях ВАХ ФБ, состоящих из интегрированных ФМ, например ФМ, интегрированных в конструкции здания, может быть необходима корректировка испытаний, связанная с особенностями монтажа таких ФМ и особенностями конструкции, в которую интегрированы ФМ.

Если ФБ состоит из нескольких секций, различающихся углами наклона и/или ориентацией рабочих поверхностей ФМ, схемами соединения ФМ, или состоящих из ФМ, выполненных по разным технологиям, приводимая в настоящем стандарте процедура применяется по отдельности к каждой секции ФБ.

Примечания

1 Здесь и далее, когда говорится о рабочих поверхностях ФМ, для случая ФМ и устройств с концентраторами имеется в виду апертура/воспринимающая излучения поверхность оптической части.

2 Процедура измерения ВАХ ФБ или любой части ФБ (фотоэлектрической цепочки, фотоэлектрической группы, части ФБ с ФМ, изготовленными по одной технологии и т. п.) одинакова, поэтому все, что относится далее к измерению ВАХ ФБ, относится также и к ВАХ любой части ФБ.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ ИСО/МЭК 17025 Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий

Издание официальное

ГОСТ Р 56978 (МЭК 62548:2013) Батареи фотоэлектрические. Технические условия

ГОСТ Р 56980—2016 (МЭК 61215:2005) Модули фотоэлектрические из кристаллического кремния наземные. Методы испытаний

ГОСТ Р 56983 (МЭК 62108:2007) Устройства фотоэлектрические с концентраторами. Методы испытаний

ГОСТ Р 58648.2 (МЭК 61853-2:2016) Модули фотоэлектрические. Определение рабочих характеристик и энергетическая оценка. Часть 2. Определение спектральной чувствительности, зависимости характеристик от угла падения и коэффициентов для расчета рабочей температуры

ГОСТ Р МЭК 60891 Государственная система обеспечения единства измерений. Приборы фотоэлектрические. Методики коррекции по температуре и энергетической освещенности результатов измерения вольт-амперной характеристики

ГОСТ Р МЭК 60904-1 Приборы фотоэлектрические. Часть 1. Измерение вольт-амперных характеристик

ГОСТ Р МЭК 60904-2 Государственная система обеспечения единства измерений. Приборы фотоэлектрические. Часть 2. Требования к эталонным солнечным приборам

ГОСТ Р МЭК 60904-3 Государственная система обеспечения единства измерений. Приборы фотоэлектрические. Часть 3. Принципы измерения характеристик фотоэлектрических приборов с учетом стандартной спектральной плотности энергетической освещенности наземного солнечного излучения

ГОСТ Р МЭК 60904-7 Государственная система обеспечения единства измерений. Приборы фотоэлектрические. Часть 7. Вычисление поправки на спектральное несоответствие при испытаниях фотоэлектрических приборов

ГОСТ Р МЭК 60904-10 Приборы фотоэлектрические. Часть 10. Методы определения линейности характеристик

ГОСТ Р МЭК 61853-1—2013 Модули фотоэлектрические. Определение рабочих характеристик и энергетическая оценка. Часть 1. Измерение рабочих характеристик в зависимости от температуры и энергетической освещенности. Номинальная мощность

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодному информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого стандарта с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого стандарта с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины по *ГОСТ Р 56978*, *ГОСТ Р 56983 (также см. [4])*.

4 Испытательное оборудование

а) Эталонный фотоэлектрический прибор для определения энергетической освещенности при снятии ВАХ.

Примечание — Для определения энергетической освещенности при снятии ВАХ можно использовать пиранометр, но, выбирая испытательное оборудование, следует учитывать, что при медленном (вручную) снятии ВАХ в любом случае требуется измерение напряжения холостого хода эталонного прибора.

Эталонный фотоэлектрический прибор должен отвечать требованиям *ГОСТ Р МЭК 60904-2* (с учетом изменений, повышающих точность и достоверность результатов измерений, *см. [5]*) с хорошим соответствием характеристик характеристикам ФМ, из которых состоит ФБ (испытуемая часть ФБ) в требуемых диапазонах энергетической освещенности, спектрального распределения и температур.

Спектральная чувствительность эталонного прибора должна соответствовать спектральной чувствительности ФМ, из которых состоит ФБ, либо следует выполнить коррекцию на несовпадение спек-

тральной чувствительности в соответствии с *ГОСТ Р МЭК 60904-7* с учетом измерений методики, повышающих достоверность результатов (*см. [6]*).

В диапазоне энергетической освещенности, в котором проводят испытания, эталонный прибор должен иметь линейные характеристики в соответствии с *ГОСТ Р МЭК 60904-10*.

В качестве эталонного прибора рекомендуется использовать эталонный фотоэлектрический модуль того же типа и размера, что и ФМ, из которых состоит ФБ, или использовать многоэлементную сборку, состоящую из эталонного фотоэлектрического элемента, изготовленного по той же технологии и того же размера, что и в ФМ испытуемой ФБ, окруженного другими фотоэлектрическими элементами (действующими или муляжами). Корпус, конструкция и герметизация, форма, размер и промежутки между элементами этой сборки должны быть такими же, как у ФМ, из которых состоит ФБ. В случае использования других вариантов эталонного прибора данные о несовпадении спектральных характеристик или оценке связанной с этим неопределенности результатов измерений должны быть внесены в протокол испытаний.

b) Эталонные фотоэлектрические приборы или пиранометры для определения (оценки) изменчивости энергетической освещенности по общей площади рабочих поверхностей ФМ ФБ, если необходимо.

Требования к этим эталонным приборам такие же, как и к эталонному прибору для определения энергетической освещенности при снятии ВАХ.

Это испытательное оборудование предназначено для обеспечения того, чтобы измерения проводились в тот момент, когда энергетическая освещенность рабочих поверхностей ФМ в разных точках ФБ была бы равна в допустимых пределах энергетической освещенности рабочей поверхности типичного ФМ, рядом с которым установлен прибор для определения энергетической освещенности при измерении ВАХ.

Такая оценка обязательна для ФБ, занимающих относительно большую площадь земной поверхности, например для ФБ солнечных электростанций.

Количество необходимых эталонных приборов или пиранометров определяется общей площадью земной поверхности, занимаемой ФМ, особенностями местности, особенностями монтажа, средней стандартной скоростью изменения условий окружающей среды для периода измерений.

c) Отдельный(ые) пиранометр(ы) для проверки равномерности энергетической освещенности всех рабочих поверхностей ФМ испытуемой ФБ/части ФБ и выбора ФМ с типичной энергетической освещенностью. Допускается использовать пиранометры со стабильными показаниями без калибровки, поскольку они предназначены только для относительных измерений.

d) По меньшей мере один пиргелиометр для измерения прямой составляющей энергетической освещенности, поступающей перпендикулярно апертуре, если ФБ состоит из ФМ с концентраторами со степенью концентрации больше 3.

e) Спектрорадиометр, обеспечивающий измерение спектрального распределения энергетической освещенности в диапазонах спектральной чувствительности эталонного прибора и типичного ФМ, рядом с которым он установлен, если необходимы поправки на несовпадение их спектральных характеристик.

f) Прибор для проверки копланарности рабочих поверхностей эталонного прибора и типичного ФМ, рядом с которым устанавливают эталонный прибор, в пределах угла ±2°.

Примечание — Для проверки параллельности плоскостей допускается использовать цифровой уровень или иное калиброванное устройство.

g) Средства измерения температуры эталонного прибора, предназначенного для определения энергетической освещенности при снятии ВАХ, в соответствии с сопроводительной документацией к эталонному прибору. Средства измерения должны обеспечивать точность измерений не менее ±1 °С и воспроизводимость не менее ±0,5 °С.

Примечание — Если эталонный прибор обладает встроенной температурной коррекцией или если используют пиранометр с температурным коэффициентом менее 0,02 %/°С, измерение температуры эталонного прибора не требуется.

h) Средства для измерения температуры ФМ с точностью ±1 °С и воспроизводимостью не хуже ±0,5 °С.

Рекомендуется использовать термопары. Рекомендуется использовать плоские датчики температуры с тонкими проводами. Если это не неоправданно усложняет процесс измерений, рекомендуют

использовать три (по *ГОСТ Р МЭК 61853-1*) или четыре (по *ГОСТ Р 58648.2*) датчика температуры для одного ФМ. Способ закрепления датчиков температуры на ФМ не должен изменять температуру ФМ.

Примечание — Если используют датчики температуры, закрепляемые на тыльной поверхности ФМ, и их будут использовать не только при измерении ВАХ, но и для выбора ФМ с типичным и предельными значениями рабочей температуры, может потребоваться большее количество датчиков температуры и соответствующее измерительное оборудование.

Оптический термометр или ручной контактный термометр допускается использовать только в том случае, когда было проверено, что его точность составляет не менее 1 °С.

Примечания

1 Большинство ручных термометров допускают переток тепла в ручку термометра, и показания термометра оказываются меньше, чем фактическая температура тыльной поверхности ФМ.

2 Для измерений могут использоваться датчики, постоянно закрепленные на ФМ.

i) Средства измерения температуры для выбора ФМ с типичным и предельными значениями рабочей температуры с точностью ±1 °С и воспроизводимостью не хуже ±0,5 °С.

Предпочтительны бесконтактные средства измерений. Можно использовать средства измерения температуры, предназначенные для определения рабочей температуры ФМ при измерении ВАХ [см. перечисление h)].

j) Средства измерения температуры окружающей среды с точностью ±1 °С и воспроизводимостью не хуже ±0,5 °С.

k) Тепловизор для проверки того, что выбранный способ закрепления датчиков температуры ФМ не влияет на температуру ФМ, если необходимо.

l) Анемометр или несколько анемометров, если необходимо, для оценки изменения скорости ветра перед снятием ВАХ/точки ВАХ, а также устройство для определения направления ветра.

m) Приборы для измерения тока и, если необходимо, напряжения эталонного прибора, с точностью не менее ±0,2 % от измеряемой величины.

Примечание — При медленном изменении нагрузки (ручном, например с помощью реостата) обязательно измерение напряжения холостого хода.

n) Коммутирующее устройство (переключатель), обеспечивающее измерение как напряжения холостого хода, так и тока короткого замыкания эталонного фотоэлектрического прибора, если необходимо.

p) Приборы для измерения напряжения и тока ФБ, с точностью не менее ±0,2 % от измеряемой величины, соответствующие требованиям, указанным в перечислении t).

r) Эквивалентная нагрузка с регулировкой в требуемом диапазоне мощности.

s) Прибор для непрерывной записи ВАХ: самописец, запоминающее устройство или иное аналогичное устройство, соответствующие требованиям, указанным в перечислении t).

t) Иное устройство для измерения ВАХ вместо приборов, указанных в перечислениях p)—s), а также независимые провода минимально возможной длины для подключения средств измерения к ФБ. Предпочтительным является четырехпроводное подключение.

Диапазоны измерений должны быть тщательно выбраны в соответствии с параметрами испытуемой ФБ.

Частота снятия точек ВАХ должна быть достаточно высокой, чтобы минимизировать изменения энергетической освещенности, и достаточно низкой, чтобы ФМ могли достичь стабильного состояния перед каждой точкой измерений.

Ток короткого замыкания должен измеряться с использованием переменного смещения (предпочтительно электронного) для компенсации падения напряжения на последовательно включенном внешнем сопротивлении. Если ВАХ ФБ в соответствии с *ГОСТ Р МЭК 60904-10* можно считать линейной, кусочно линейной на участке от нулевого значения напряжения до значения напряжения не более 3 % от напряжения холостого хода ФБ, допускается использовать испытательное оборудование, которое не обеспечивает достижения нулевого значения напряжения. В этом случае испытательное оборудование должно обеспечивать измерения по крайней мере до значения напряжения, с которого начинается указанный линейный участок ВАХ.

u) Система сбора данных, обеспечивающая для всех точек измерения ВАХ регистрацию следующих параметров:

- показаний пиранометров или выходных сигналов эталонных приборов для определения (оценки) изменчивости энергетической освещенности по общей площади рабочих поверхностей ФМ ФБ, если необходимо;
- тока короткого замыкания (или максимальной мощности) эталонного прибора;
- напряжения холостого хода эталонного прибора, если необходимо;
- температуры по показаниям каждого из датчиков температуры, установленных на типичных ФМ и ФМ с предельными значениями температуры;
- температуры эталонных приборов, если необходимо;
- температуры окружающей среды;
- скорости ветра,

а также спектрального распределения энергетической освещенности (если спектральная чувствительность эталонного прибора не соответствует спектральной чувствительности испытуемого образца).

v) Иное устройство для измерения ВАХ и записи всех измеряемых параметров вместо приборов, указанных в перечислениях p)—u).

5 Условия испытаний

Измерения должны проводиться в ясный солнечный день при отсутствии облаков вокруг солнца в пределах угла ±15°. Рассеянная диффузная составляющая энергетической освещенности не должна превышать 20 % от суммарной энергетической освещенности для ФБ, состоящих из тонкопленочных ФМ, и 30 % для все остальных (за исключением случаев, когда условия эксплуатации предполагают наличие большей диффузной составляющей). Скорость ветра не должна превышать 2 м/с.

Колебания суммарной энергетической освещенности во время измерений не должны быть более ±0,5 %. Энергетическая освещенность за весь период измерений ВАХ не должна изменяться более чем на 2 %.

В течение 10 мин до проведения измерений не должно быть порывов ветра со скоростью 10 м/с и более; в течение 5 мин до проведения измерений не должно быть резких изменений энергетической освещенности (на 20 % и более для тонкопленочных ФМ и на 30 % и более для все остальных).

Примечание — Даже в том случае, когда при измерении ВАХ энергетическая освещенность не изменяется более чем на 1 %, за пять минут до проведения измерений энергетическая освещенность могла возрасти на 30 % и температура ФМ могла не достигнуть стабильного состояния к моменту начала цикла измерений.

Для уменьшения влияния изменений спектрального распределения энергетической освещенности измерения следует производить настолько быстро, насколько это возможно в пределах нескольких часов одного дня. Если это невыполнимо, следует вводить спектральные поправки.

Если результаты измерений будут приведены к СУИ, суммарная энергетическая освещенность в плоскости рабочих поверхностей ФМ должна составлять не менее 700 Вт/м^2 при отклонении лучей падающего излучения от нормали к рабочим поверхностям ФМ в пределах 45°.

Для ФБ, состоящих из ФМ с концентраторами со степенью концентрации больше трех, указанные требования относятся к энергетической освещенности излучения, поступающего перпендикулярно к воспринимающей поверхности/апертуре. Для таких ФБ изменение энергетической освещенности должно быть меньше 2 % в течение любого 5-минутного интервала.

Во время измерений должно отсутствовать затенение рабочих поверхностей ФМ, за исключением случаев, когда у ФБ, установленных на месте эксплуатации, всегда будет присутствовать затенение, предусмотренное проектом или возникшее в результате неустранимых изменений окружающего пространства, или/и если измерения проводят с целью оценки влияния частичного затенения на ВАХ ФБ.

Если случайное затенение рабочих поверхностей ФБ находящимися рядом объектами невозможно устранить, измерения следует проводить по возможности в период минимального затенения. При измерении ВАХ частично затененной ФБ могут быть необходимы измерения ВАХ в различные периоды дня и/или года для определения и сравнения ВАХ в разных условиях затенения.

При оценке и устранении затенения следует учитывать, что возможен вариант затенения конструкциями самой ФБ, и хотя этот вариант относится, как правило, к недостаткам проектирования и монтажа ФБ, может быть необходимо измерение ВАХ такой ФБ.

6 Порядок измерений

1) Устанавливают ФБ в соответствии с рекомендациями изготовителя и/или проектом, если испытания проводят не с ФБ, уже установленной на месте эксплуатации. Если это не оговорено, устанавливают ФМ с ориентацией и наклоном, обеспечивающими максимальную энергетическую освещенность рабочих поверхностей ФМ для места и периода проведения испытаний.

Или отключают ФБ от всех нагрузок и оборудования преобразования энергии фотоэлектрической системы, если измеряют ВАХ ФБ на месте эксплуатации, уже подключенной к другому оборудованию фотоэлектрической системы.

Или, если снимают ВАХ части ФБ, отключают эту часть от остальной ФБ с помощью соответствующих выключателей или предохранителей, либо отсоединяют ее от остальной ФБ. При этом в целях безопасности рекомендуется также отключить всю ФБ от всех нагрузок и оборудования преобразования энергии фотоэлектрической системы.

При этом обеспечивают отсутствие случайного затенения рабочих поверхностей ФМ находящимися рядом объектами. Если такое затенение невозможно устранить полностью, неустранимое случайное затенение должно быть описано и количественно оценено в протоколе испытаний, определена поправка к результатам измерений и оценена связанная с этим неопределенность, а также оценено изменение затенения в процессе измерений.

Если измерения проводят с целью оценки влияния частичного затенения на ВАХ ФБ и/или у ФБ, установленных на месте эксплуатации, всегда будет присутствовать затенение, предусмотренное проектом или возникшее в результате неустранимых изменений окружающего пространства, то в протоколе испытаний должно быть описано и количественно оценено такое затенение, оценено изменение затенения в течение дня и года (или дана ссылка на эти данные в технической документации ФБ). Также должна быть оценена и внесена в протокол испытаний неопределенность результатов измерений, связанная с затенением, и, если предполагается использовать результаты измерений для пересчета к другим условиям испытаний или сравнения, должны быть определены соответствующие поправки.

Оценка затенения может быть выполнена/частично выполнена также на этапе 7 или 4.

2) Устанавливают приборы для оценки условий окружающей среды. Приборы для определения энергетической освещенности должны размещаться так, чтобы можно было оценить изменение энергетической освещенности на всей площади рабочих поверхностей ФМ.

3) Тщательно очищают рабочие поверхности ФМ.

Если испытания предназначены для определения ВАХ ФБ в загрязненном состоянии, очистку рабочих поверхностей ФМ не проводят. В этом случае в протоколе испытаний должна быть описана загрязненность рабочих/воспринимающих поверхностей ФМ, например, используя фотографии, видеозаписи, схемы и записи погодных условий с указанием времени прохождения последнего дождя.

Если испытания проводят для оценки влияния загрязнения на ВАХ ФБ, очистку проводят после снятия ВАХ загрязненной ФБ.

Если ФМ занимают большую площадь, при неблагоприятных условиях окружающей среды (наличии или появлении внешних загрязняющих факторов) может потребоваться повторная очистка рабочих поверхностей ФМ непосредственно перед измерениями ВАХ и/или между снятием точек ВАХ.

4) Проводят визуальный контроль ФБ. Отмечают в протоколе испытаний все видимые функциональные дефекты, все дефекты и повреждения, которые могут влиять на ВАХ ФБ, все дефекты рабочих поверхностей ФМ и все загрязнения, которые не удалось устранить в процессе очистки (у каких ФМ обнаружены и какие именно).

При обнаружении функциональных дефектов, которые могут вызвать повреждения ФБ во время испытаний и представляют угрозу безопасности, испытания следует прекратить.

Если фотоэлектрические модули ФБ (части ФБ, для которой измеряют ВАХ) неодинаково ориентированы на солнце из-за изменений, возникших в процессе эксплуатации или в результате неправильного монтажа, все искажения должны быть точно описаны, в том числе количественно, в протоколе испытаний. Искажения ориентации устраняют. Если это невозможно, должна быть внесена соответствующая поправка в результаты измерений при приведении их к СУИ и другим условиям испытаний. Оценка искажения ориентации может быть проведена в процессе визуального контроля или, например, на этапе 7 при оценке равномерности энергетической освещенности рабочих поверхностей всех ФМ.

Искажения ориентации рабочих поверхностей ФМ не устраняют, если необходимо измерить ВАХ ФБ при существующем состоянии затенения или оценить влияние появившихся искажений ориентации на ВАХ ФБ.

5) Выбирают ФМ с типичным значением рабочей температуры (типичные ФМ) и ФМ с предельными значениями рабочей температуры. Пример выбора таких ФМ показан на рисунке 1. Выбор проводят посредством измерений при одинаковых условиях окружающей среды.

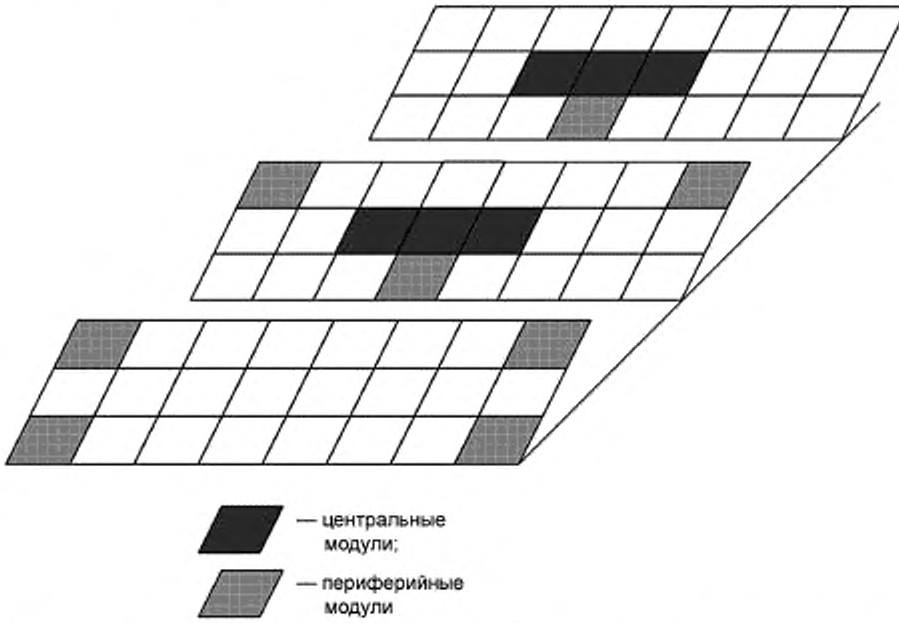


Рисунок 1 — Пример выбора типичных ФМ и ФМ с предельным значением рабочей температуры

Примечание — Типичными ФМ считаются ФМ с типичным значением рабочей температуры и типичным уровнем и равномерным распределением энергетической освещенности по рабочей поверхности, а также с ориентацией рабочей поверхности ФМ, совпадающей со средней ориентацией рабочих поверхностей ФМ в ФБ с точностью ±2°. Типичными считаются ФМ с центральным расположением по вертикали и горизонтали на наибольшую протяженность (см. рисунок 1). ФМ с предельными значениями рабочей температуры являются ФМ, имеющие из-за их положения в ФБ бóльшую или меньшую энергетическую освещенность, например из-за затенения объектами, расположенными рядом с ФБ, или большее или меньшее охлаждение по сравнению с типичными модулями. Охлаждение зависит от направления ветра (и его скорости), расположения компонентов, способствующих конвекции, и любых ограничений перемещения воздуха, обусловленных местными препятствиями. ФМ с предельными параметрами являются, таким образом, ФМ, расположенные на концах рядов, ФМ верхних и нижних рядов, если их больше двух, и т. п.

Фотоэлектрические модули с типичным и предельными значениями рабочей температуры выбирают следующим образом:

- как минимум один ФМ, расположенный в центре;
- как минимум один ФМ с низкой рабочей температурой, обусловленной либо его положением с подветренной стороны, либо его расположением вблизи поверхности почвы, где его охлаждение объясняется конвекцией, а также более низкой энергетической освещенностью его рабочей поверхности;
- как минимум один ФМ с высокой рабочей температурой, обусловленной либо его положением с наветренной стороны, либо его расположением вверху ФБ, где степень его охлаждения объясняется конвекцией, либо его расположением в месте со слабой циркуляцией воздуха, а также более высокой энергетической освещенностью его рабочей поверхности.

Одновременно с этим эталом можно проводить этап 7.

6) На тыльной поверхности каждого из выбранных ФМ закрепляют как минимум один датчик температуры — термопару. Рекомендуется устанавливать три (по *ГОСТ Р МЭК 61853-1*) или четыре (по *ГОСТ Р 58648.2*) датчика температуры на одном ФМ.

Датчики приклеивают теплопроводящим клеем непосредственно за фотоэлектрическими элементами. Если устанавливают один датчик температуры, его рекомендуется закрепить в середине ФМ на расстоянии не менее 10 см от коммутационной/соединительной коробки. Способ закрепления датчиков температуры не должен изменять температуру ФМ. Если необходимо, проверяют отсутствие влияния способа закрепления датчиков на температуру ФМ, например при помощи тепловизионного контроля лицевой поверхности ФМ.

Если тыльные поверхности ФМ недоступны, например при установке ФМ на крыше здания или у интегрированных ФМ, допускается проводить измерения на лицевой поверхности ФМ или использовать модели изменения температуры ФМ, при условии, что ее адекватность была проверена. В этом случае следует внести поправку в расчет температуры ФБ и/или выполнить оценку неопределенности результатов измерений температуры ФМ и указать ее в протоколе испытаний.

7) С помощью пиранометра(ов) проверяют равномерность поступления энергетической освещенности на всей площади ФБ, участвующей в измерениях (на всей площади рабочих поверхностей фотоэлектрических модулей), и выбирают типичный ФМ, энергетическая освещенность рабочей поверхности которого имеет типичное значение и представляет энергетическую освещенность всей ФБ (см. рисунок 1 и примечание к этапу 5) для размещения рядом с ним эталонного прибора. Этот этап могут проводить одновременно с этапом 5.

Все отклонения от типичного значения энергетической освещенности указывают в протоколе испытаний. В том числе в протоколе испытаний фиксируют все значительные отклонения энергетической освещенности от типичного уровня и причины, приводящие к таким отклонениям, если они не были выявлены ранее, например при визуальном контроле, с указанием места размещения ФМ. Если возможно, причины, приводящие к отклонениям, устраняют, либо определяют поправку к значению энергетической освещенности или оценивают неопределенность результатов измерений.

Примечание — Следует учитывать, что выбор ФМ с типичным значением энергетической освещенности может быть затруднен длиной проводов пиранометра(ов).

Если ФМ и пространство около них недоступны, например при установке ФМ на крыше здания, выбирают доступное место, наиболее близко расположенное к рабочим поверхностям ФМ, при размещении в котором эталонного прибора копланарно рабочим поверхностям ФМ значение энергетической освещенности рабочей поверхности эталонного прибора/пиранометра будет наиболее близким к типичному для ФБ значению. При этом следует выполнить оценку неопределенности результатов измерений, связанной с такой установкой эталонного прибора/пиранометра, и указать ее в протоколе испытаний.

8) Устанавливают эталонный фотоэлектрический прибор для определения энергетической освещенности при снятии ВАХ как можно ближе к типичному ФМ, таким образом, чтобы рабочие поверхности эталонного прибора и типичного ФМ были копланарны в пределах угла ± 2°. Если ФМ и пространство около них недоступны, устанавливают эталонный фотоэлектрический прибор на месте, выбранном на предыдущем этапе, копланарно рабочим поверхностям ФМ.

Эталонный прибор должен быть размещен так, чтобы не было какого-либо затенения прямой составляющей энергетической освещенности, а любое затенение отраженной или рассеянной освещенности было таким же, как очевидное затенение отраженной или рассеянной энергетической освещенности испытуемой ФБ.

Устанавливают средства измерения температуры эталонного прибора в соответствии с его сопроводительной документацией, если необходимо.

9) Подключают необходимое измерительное оборудование.

Подключение оборудования для измерения ВАХ выполняют независимыми проводами минимально возможной длины. Предпочтительным является четырехпроводное подключение. Если используется только одна пара проводов, вносимая ими ошибка должна быть включена в расчет неопределенности результатов испытаний.

Предпочтительно осуществлять подключение для измерения тока и напряжения на входе в устройство преобразования энергии, с которым соединена ФБ в фотоэлектрической системе, или в месте, расположенном наиболее близко к нему. Также подключение может быть осуществлено на выходе соединительной коробки/распределительного щита ФБ.

При измерении ВАХ фотоэлектрической цепочки или группы подключение для измерения тока и напряжения предпочтительно осуществлять на входе в соответствующую соединительную коробку фотоэлектрических цепочек/групп или, для уменьшения длины соединительных проводов, непосредственно к выходам из фотоэлектрической цепочки/группы.

Схема подключения должна быть приведена в протоколе испытаний.

10) Если необходимо, повторно очищают рабочие поверхности ФМ всей ФБ или той части ФБ, ВАХ которой измеряют.

11) Как минимум в течение 15 мин до начала измерений контролируют соответствие параметров окружающей среды условиям испытаний (см. раздел 4) и оценивают их изменение.

12) Дожидаются момента, когда в течение 10 мин не было порывов ветра со скоростью 10 м/с и более и в течение 5 мин не было резких изменений энергетической освещенности (на 20 % и более для тонкопленочных ФМ и на 30 % и более для все остальных), и тут же измеряют ВАХ ФБ (если нагрузку изменяют быстро, с полным временем снятия ВАХ менее 0,1 с) или значение тока и напряжение в первой точке измерения ВАХ (если нагрузку изменяют медленно, вручную, например с использованием реостата). Одновременно измеряют температуру ФМ в точках размещения датчиков температуры; ток короткого замыкания эталонного прибора; температуру эталонного прибора (если необходимо), спектральное распределение энергетической освещенности с помощью спектрорадиометра (если эталонный прибор не используется или его спектральная чувствительность не соответствует спектральной чувствительности испытываемого образца).

Примечание — В большинстве случаев тепловая инерция типового ФМ и эталонного прибора в течение нескольких секунд не позволит температуре подняться более чем на 2 °С. Их температуры будут оставаться в достаточной степени одинаковыми.

Если ВАХ измеряют медленно, повторяют измерения, пока не будут получены данные для всех точек ВАХ.

Для уменьшения влияния изменений спектрального распределения энергетической освещенности измерения следует производить настолько быстро, насколько это возможно в пределах нескольких часов одного дня. Если это невыполнимо, следует вводить спектральные поправки. При наличии спектрального несоответствия особо внимательным следует быть при испытаниях ФБ, состоящей из тонкопленочных ФМ.

Количества точек измерений должно быть достаточно для получения гладкой ВАХ. Густота точек измерения вблизи точки максимальной мощности (рабочей точки) должна быть достаточной, чтобы обеспечить определение напряжения и тока в точке максимальной мощности с ошибкой не более 1 %.

Временной интервал между моментами съема точек ВАХ должен быть достаточно продолжительным, чтобы инерционность испытываемого образца и скорость сбора данных не вносили дополнительных ошибок. Измерение всех данных в одной точке измерения ВАХ должно быть выполнено в течение не более чем 1 мин.

Если измерительное оборудование не способно обеспечить нулевое значение напряжения, измерения выполняют до значения напряжения, равного 3 % от напряжения холостого хода ФБ или менее, после которого до значения напряжения, равного нулю, ВАХ ФБ можно считать линейной или кусочно линейной в соответствии с *ГОСТ Р МЭК 60904-10*. Значение тока короткого замыкания в этом случае получают экстраполяцией ВАХ на линейном участке.

В том случае, когда измерительное оборудование не рассчитано на измерение высокого уровня тока короткого замыкания ФБ, для снижения тока, поступающего на измерительное оборудование, следует использовать выключатели внутри ФБ.

Примечание — В зависимости от технологии выполнения элементов на результаты измерений ВАХ могут оказывать влияние скорость изменения напряжения и направление измерения. Наибольшее влияние этот эффект оказывает на результаты измерений ФБ фотоэлектрическими модулями, состоящими из фотоэлектрических элементов с большой емкостью. При разработке программы испытаний такие явления следует тщательно проанализировать и учесть. Этого негативного влияния можно избежать, если наилучшим образом произвести совмещение результатов измерений, выполненных при изменении напряжения в положительном направлении, начиная от значения тока короткого замыкания, и в отрицательном направлении, начиная от значения холостого хода.

Необходимо контролировать, чтобы в течение регистрации всех данных одной точки ВАХ температура типичного ФМ и температура эталонного прибора оставались постоянными с отклонением в пределах ±1 °С, а энергетическая освещенность, измеряемая эталонным прибором, оставалась постоянной с отклонением в пределах ±0,5 %. Если отклонения температуры и энергетической освещенности

превышают указанные значения, измерения следует повторить или, если точек измерения достаточно для получения гладкой кривой, такие результаты измерений не учитывают.

Энергетическая освещенность за весь период измерений ВАХ не должна изменяться более чем на 2 %. Если это требование не выполнено, измерение ВАХ следует повторить.

13) Если измерения проводят для оценки влияния на ВАХ каких-либо внешних факторов, состояния рабочих поверхностей ФМ и т. п. (затенение, загрязнение в результате чего-либо, изменения конструкции в процессе эксплуатации и т. п.), устраняют внешние факторы, влияющие на ВАХ ФБ, и/или восстанавливают состояние рабочих поверхностей ФМ (например, их ориентацию) и еще раз измеряют ВАХ ФБ, повторяя этапы 10—12. Степень загрязнения рекомендуется определять с помощью независимых измерений в одной или нескольких точках около рабочих поверхностей ФМ.

7 Обработка результатов измерений

7.1 Определение тока короткого замыкания фотоэлектрической батареи

Если ток короткого замыкания ФБ не был измерен (см. раздел 6, этап 12), а ВАХ ФБ на участке от нулевого напряжения до значения напряжения не более 3 % от напряжения холостого хода линейна или кусочно линейна в соответствии с *ГОСТ Р МЭК 60904-10*, экстраполируют ВАХ на этом участке до нулевого напряжения.

7.2 Определение энергетической освещенности

Как правило, измеряемым выходным сигналом эталонного прибора является ток короткого замыкания. В этом случае энергетическая освещенность E определяется по измеренному значению тока короткого замыкания эталонного прибора $I_{к.з.э}$ и его калибровочному значению, измеренному при СУИ, $I_{к.з.э\ СУИ}$. Если температура эталонного прибора во время измерений $T_э$ отличается от температуры, при которой проводилась его калибровка, в уравнение для определения E вводится поправка, используя температурный коэффициент тока для эталонного прибора $\varkappa_{Iэ}$ (1/°С), и расчет проводят по формуле

$$E = \frac{E_{СУИ} \cdot I_{к.з.э}}{I_{к.з.э\,СУИ}} [1 - \varkappa_{Iэ\ СУИ} (T_э - T_{э\ СУИ})], \quad (1)$$

где $E_{СУИ}$ — энергетическая освещенность, на которую откалиброван эталонный прибор, как правило, 1000 Вт/м^2;

$T_{э\ СУИ}$ — температура, при которой была выполнена калибровка эталонного прибора, как правило, 25 °С.

Примечание — Вместо токов короткого замыкания могут быть использованы значения максимальной мощности и, соответственно, температурный коэффициент мощности эталонного прибора и энергетическая освещенность найдена по формуле, аналогичной формуле (1).

Если спектральная чувствительность эталонного прибора отличается от спектральной чувствительности типичного ФМ или для определения энергетической освещенности использован пиранометр, следует выполнить коррекцию всех измеренных значений энергетической освещенности и рассчитать эффективную энергетическую освещенность испытуемой ФБ для спектра АМ 1,5 в соответствии с *ГОСТ Р МЭК 60904-7* и *ГОСТ Р МЭК 60904-3* с учетом изменений методики, повышающих точность и достоверность результатов (см. [6]) и последних данных по спектру АМ 1,5 (см. [1]).

7.3 Расчет средней температуры фотоэлектрической батареи

Определяют среднее значение измеренной температуры типичного ФМ. Определяют средние значения температуры для ФМ с предельными значениями температуры. Используют рассчитанные наибольшее и наименьшее значения температуры для оценки неопределенности и указывают ее в протоколе испытаний.

7.4 Расчет температуры перехода

Для определения температуры перехода в температуру, рассчитанную в 6.3, вводят поправку на разницу между фактической температурой перехода и измеренной температурой тыльной стороны ФМ. Если температура перехода не была определена каким-либо иным способом, разницу температур при-

нимают равной 2 °С для 1000 Вт/м^2 и линейно интерполируют к разнице для измеренной энергетической освещенности.

7.5 Поправка на потери

Если это предусмотрено порядком проведения испытаний, в измеренные ВАХ следует внести поправки, обусловленные всеми известными и количественно определяемыми эффектами, такими как загрязнение, искажение ориентации, затенение и т. п. Если уровень загрязнения был определен, значения тока должны быть увеличены на величину, эквивалентную потерям, обусловленным загрязнением.

Если длина проводов, с помощью которых подключено измерительное оборудование, велика, также может быть необходимо внесение поправки на омические потери в этих проводах. Это может быть выполнено с использованием величин стандартного сопротивления проводников и измеренных значений тока. В том случае, если ошибки измерений значительно выше, чем сами оцениваемые потери, внесение поправок на несогласованность параметров ФМ или ухудшение их характеристик не рекомендуется.

7.6 Приведение результатов измерений к требуемым условиям испытаний

Используя значения энергетической освещенности и температуры, рассчитанные в 7.2 и 7.4, а также поправки, указанные в 7.5 и в разделе 6, измеренные ВАХ следует привести к требуемым значениям энергетической освещенности и температуры согласно *ГОСТ Р МЭК 60891* (для ФБ, характеристики которой можно считать линейными в соответствии с *ГОСТ Р МЭК 60904-10*). Если характеристики ФБ нелинейны, определяют, в каком диапазоне(ах) характеристики ФБ могут считаться линейными, используя в качестве руководства *ГОСТ Р МЭК 60904-10*. Значение последовательного сопротивления либо указывается изготовителем, либо определяется измерением согласно *ГОСТ Р МЭК 60891*.

Если в графике ВАХ ФБ, полученном в результате учета всех поправок и приведения к заданным условиям, наблюдается очевидная изменчивость энергетической освещенности или характеристик ФМ, необходимо выполнить оценку неопределенности, вносимой приведением ВАХ к заданным условиям.

8 Протокол испытаний

Протокол испытаний с измеренными характеристиками оформляется испытательной лабораторией, проводившей испытания, в соответствии с *ГОСТ ИСО/МЭК 17025*. Протокол испытаний должен содержать как минимум следующие данные:

a) название документа;

b) наименование и адрес испытательной лаборатории и указание места, где были проведены испытания;

c) уникальную идентификацию протокола или сертификата и каждой страницы;

d) наименование и адрес заказчика, когда это необходимо;

e) описание и идентификацию испытуемой батареи;

f) описание условий испытаний, включая погодные условия, расположение и выравнивание датчиков, возможные источники затенения и отражения вокруг испытуемой батареи. Если рабочие поверхности фотоэлектрических модулей находятся не в параллельных плоскостях, указание на то, как были выровнены датчики энергетической освещенности относительно непостоянной ориентации модулей;

g) дату установки и дату включения испытуемой батареи;

h) дату испытаний;

i) описание процедуры выбора образцов, когда это необходимо;

j) идентификацию процедуры калибровки соответствующего оборудования;

k) описания всех отклонений, дополнений или исключений в процедурах испытаний, а также любую иную информацию, относящуюся к конкретному испытанию;

l) описание и идентификацию основного эталонного прибора и вспомогательных эталонных приборов (если они использовались);

m) описание способов коррекции измеренных характеристик по температуре и энергетической освещенности;

n) численные поправки, обусловленные корректировками по температуре и энергетической освещенности;

p) результаты измерений, сопровождаемые необходимыми таблицами и графиками, включая уровни энергетической освещенности, температуры испытуемой батареи и эталонного прибора, параметры модуля, использованные для корректировки ВАХ;

q) одно из двух: либо значение корректировки на несогласованность, примененное при измерениях, либо оценка погрешности, вносимой за счет использования несогласованного эталонного прибора;

r) оценку неопределенности результатов, полученных в испытаниях;

s) должность и подпись либо равноценную идентификацию лиц, отвечающих за содержание сертификата соответствия и/или содержание протокола испытаний, а также дату его подписания/составления;

t) положение о том, что полученные результаты относятся только к испытанной батарее;

u) положение о том, что данный протокол испытаний не может быть воспроизведен иначе как полностью без письменного разрешения опубликовавшей его лаборатории.

Приложение ДА
(справочное)

Сведения о соответствии ссылочных межгосударственных и национальных стандартов международным стандартам, использованным в качестве ссылочных в примененном международном стандарте

Таблица ДА.1

Обозначение ссылочного национального стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование ссылочного международного стандарта
ГОСТ ИСО/МЭК 17025—2009	IDT	ISO/IEC 17025:2005 «Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий»
ГОСТ Р 56978—2016 (МЭК 62548:2013)	MOD	IEC 62548:2013 «Батареи фотоэлектрические. Требования к конструкции»
ГОСТ Р 56980—2016 (МЭК 61215:2005)	MOD	IEC 61215:2005 «Модули фотоэлектрические наземные из кристаллического кремния. Оценка конструкции и утверждение по образцу»
ГОСТ Р 56983—2016 (МЭК 62108:2007)	MOD	IEC 62108:2007 «Фотоэлектрические модули (CPV) и узлы в сборе концентратора. Оценка конструкции и утверждение вида продукции»
ГОСТ Р 58648.2—2019 (МЭК 61853-2:2016)	MOD	IEC 61853-2:2016 «Модули фотоэлектрические. Определение рабочих характеристик и энергетическая оценка. Часть 2. Измерения спектральной чувствительности, угла падения и рабочих температур модуля»
ГОСТ Р МЭК 60891—2013	IDT	IEC 60891:2009 «Приборы фотогальванические. Методики коррекции по температуре и освещенности результатов измерения вольт-амперной характеристики»
ГОСТ Р МЭК 60904-1—2013	IDT	IEC 60904-1:2006 «Приборы фотоэлектрические. Часть 1. Измерение вольт-амперных характеристик»
ГОСТ Р МЭК 60904-2—2013	IDT	IEC 60904-2:2007 «Приборы фотоэлектрические. Часть 2. Требования к эталонным солнечным элементам»
ГОСТ Р МЭК 60904-3—2013	IDT	IEC 60904-3:2008 «Приборы фотоэлектрические. Часть 3. Принципы измерения параметров наземных фотоэлектрических солнечных приборов со стандартными характеристиками спектральной плотности интенсивности падающего излучения»
ГОСТ Р МЭК 60904-7—2013	IDT	IEC 60904-7:2008 «Приборы фотоэлектрические. Часть 7. Подсчет ошибки из-за спектрального несоответствия при испытаниях фотоэлектрических приборов»
ГОСТ Р МЭК 60904-10—2013	IDT	IEC 60904-10:2009 «Приборы фотоэлектрические. Часть 10. Методы измерения линейности»
ГОСТ Р МЭК 61853-1—2013	IDT	IEC 61853-1:2011 «Модули фотоэлектрические. Определение рабочих характеристик и энергетическая оценка. Часть 1. Измерение рабочих характеристик в зависимости от температуры и энергетической освещенности. Номинальная мощность»

Примечание — В настоящей таблице использованы следующие условные обозначения степени соответствия стандартов:
- IDT — идентичные стандарты;
- MOD — модифицированные стандарты.

Приложение ДБ
(справочное)

Сопоставление структуры настоящего стандарта со структурой примененного в нем международного стандарта

Указанное в таблице изменение структуры настоящего стандарта относительно структуры примененного международного стандарта обусловлено приведением в соответствие с требованиями, установленными в ГОСТ 1.5.

Таблица ДБ.1

Структура настоящего стандарта	Структура международного стандарта МЭК 61829:2015
1 Область применения	1 Область применения
2 Нормативные ссылки	2 Нормативные ссылки
3 Термины и определения (раздел 3, приложение А)	3 Термины и определения
4 Испытательное оборудование (раздел 4, 4.1, 4.2, 4.3)	4 Испытательное оборудование
5 Условия испытаний (раздел 4, 5.9)	4.1 Измерение энергетической освещенности естественным солнечным светом
6 Порядок измерений (раздел 5, 5.1—5.11)	4.2 Измерение температуры модуля
7 Обработка результатов измерений (раздел 6)	4.3 Измерение электрических характеристик
7.1 Определение тока короткого замыкания (5.9)	5 Порядок измерений
7.2 Определение энергетической освещенности (6.1)	5.1 Выбор и регистрация допустимых условий измерений
7.3 Расчет средней температуры фотоэлектрической батареи (6.2)	5.2 Очистка модулей
7.4 Расчет температуры перехода (6.3)	5.3 Проверка затенения
7.5 Поправка на потери (6.5)	5.4 Проверка однородности энергетической освещенности испытуемой батареи
7.6 Приведение результатов измерений к требуемым условиям испытаний (6.4)	5.5 Установка эталонного устройства
8 Протокол испытаний (раздел 7)	5.6 Подготовка к измерению температуры батареи
Приложение ДА Сведения о соответствии ссылочных межгосударственных и национальных стандартов международным стандартам, использованным в качестве ссылочных в примененном международном стандарте	5.7 Отсоединение батареи
Приложение ДБ Сопоставление структуры настоящего стандарта со структурой примененного в нем международного стандарта	5.8 Подключение измерительного оборудования к испытуемой батарее
	5.9 Регистрация электрических параметров и условий измерений
	5.10 Измерение спектральных характеристик
	5.11 Выбор образцов с типичными и экстремальными параметрами
	6 Расчет параметров

Окончание таблицы ДБ.1

Структура настоящего стандарта	Структура международного стандарта МЭК 61829:2015
	6.1 Корректировка измеренной энергетической освещенности по всем отклонениям от эталонных условий
	6.2 Расчет средней температуры испытуемой батареи
	6.3 Расчет температуры перехода
	6.4 Приведение результатов измерений к требуемым условиям испытаний
	6.5 Поправка на потери, обусловленные загрязнением
	7 Протокол испытаний
	Приложение А (информативное) Эталонные величины и эталонное устройство
Примечание — После заголовков разделов (подразделов) настоящего стандарта приведены в скобках номера аналогичных им разделов (подразделов, пунктов) международного стандарта.	

Библиография

[1] МЭК 60904-3:2016 — *Приборы фотоэлектрические. Часть 3. Принципы измерения характеристик фотоэлектрических приборов с учетом стандартной спектральной плотности энергетической освещенности наземного солнечного излучения (IEC 60904-3:2016 Photovoltaic devices — Part 3: Measurement principles for terrestrial photovoltaic (PV) solar devices with reference spectral irradiance data)*

[2] IEC/TS 60904-1-2:2019 — *Приборы фотоэлектрические. Часть 1-2. Измерение вольт-амперных характеристик двусторонних фотоэлектрических приборов (IEC/TS 60904-1-2:2019 Photovoltaic devices — Part 1-2: Measurement of current-voltage characteristics of bifacial photovoltaic (PV) devices)*

[3] IEC 60904-1-1:2017 — *Приборы фотоэлектрические. Часть 1-1. Измерение вольт-амперных характеристик многопереходных фотоэлектрических приборов (IEC 60904-1-1:2017 Photovoltaic devices — Part 1-1: Measurement of current-voltage characteristics of multi-junction photovoltaic (PV) devices)*

[4] IEC/TS 61836 — *Солнечные фотоэлектрические энергетические системы. Термины, определения и символы (IEC/TS 61836 Solar photovoltaic energy systems — Terms, definitions and symbols)*

[5] МЭК 60904-2:2015 — *Приборы фотоэлектрические. Часть 2. Требования к эталонным фотоэлектрическим приборам (IEC 60904-2:2015 Photovoltaic devices — Part 2: Requirements for photovoltaic reference devices)*

[6] МЭК 60904-7:2019 — *Приборы фотоэлектрические. Часть 7. Вычисление поправки на спектральное несоответствие при испытаниях фотоэлектрических приборов (IEC 60904-7:2019 Photovoltaic devices — Part 7: Computation of the spectral mismatch correction for measurements of photovoltaic devices)*

УДК 697.329:006.354 ОКС 27.160

Ключевые слова: батареи фотоэлектрические, фотоэлектрические модули, измерение вольт-амперных характеристик, натурные условия

БЗ 11—2019/27

Редактор *Л.В. Коретникова*
Технический редактор *И.Е. Черепкова*
Корректор *М.В. Бучная*
Компьютерная верстка *И.А. Налейкиной*

Сдано в набор 11.11.2019. Подписано в печать 18.11.2019. Формат 60×84 1/8. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 2,32. Уч.-изд. л. 2,10.
Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Создано в единичном исполнении во ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ» для комплектования Федерального информационного фонда стандартов, 117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.
www.gostinfo.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru