ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 56980.1— 2022 (МЭК 61215-1:2021)

МОДУЛИ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ

Оценка соответствия техническим требованиям

Часть 1

Общие требования

[IEC 61215-1:2021, Terrestrial photovoltaic (PV) modules — Design qualification and type approval — Part 1: Test requirements, MOD]

Издание официальное

Москва
Российский институт стандартизации
2023

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 30 декабря 2022 г. № 1727-ст

4 Настоящий стандарт является модифицированным по отношению к международному стандарту МЭК 61215-1:2021 «Модули фотоэлектрические наземные. Оценка соответствия техническим требованиям. Часть 1. Требования к испытаниям» [IEC 61215-1:2021 «Terrestrial photovoltaic (PV) modules — Design qualification and type approval — Part 1: Test requirements», MOD] путем изменения отдельных фраз (слов, значений показателей, ссылок), которые выделены в тексте курсивом, а также путем изменения его структуры для приведения в соответствие с правилами, установленными в ГОСТ 1.5 (подразделы 4.2 и 4.3).

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).

Обозначение методов испытаний, установленных в настоящем стандарте, в МЭК 61215-2 и МЭК 61730-2, приведено в дополнительном приложении ДА.

Знаки приведены в дополнительном приложении ДБ.

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

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

5 ВЗАМЕН ГОСТ Р 56980.1—2020 (МЭК 61215-1:2016), ГОСТ Р 56980.1-1—2020 (МЭК 61215-1-1:2016) в части разделов 1, 2 и подраздела 3.1, ГОСТ Р МЭК 61646—2013 в части разделов 1—9

*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 (*gost.e-ecolog.ru

© IEC, 2021
© Оформление. ФГБУ «Институт стандартизации», 2023

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 2
3 Термины и определения 3
4 Порядок проведения испытаний 4
5 Отбор образцов 9
6 Требования к маркировке и документации 12
6.1 Маркировка 12
6.2 Знаки и надписи 13
6.3 Документация 14
7 Оценка результатов испытаний 17
7.1 Общие требования 17
7.2 Требования к выходным параметрам 18
8 Видимые функциональные повреждения 21
9 Протокол испытаний 22
10 *Подтверждение соответствия техническим требованиям при изменении конструкции, материалов, компонентов, технологии изготовления или обработки испытанных фотоэлектрических модулей* 23
Приложение ДА (справочное) Обозначение методов испытаний, установленных в настоящем стандарте, в МЭК 61215-2 и МЭК 61730-2 24
Приложение ДБ (справочное) Знаки 25
Приложение ДВ (справочное) Сведения о соответствии ссылочных национальных и межгосударственных стандартов международным стандартам, использованным в качестве ссылочных в примененном международном стандарте 26
Приложение ДГ (справочное) Сопоставление структуры настоящего стандарта со структурой примененного в нем международного стандарта 28
Библиография 30

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

МОДУЛИ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ

Оценка соответствия техническим требованиям

Часть 1

Общие требования

Photovoltaic modules. Evaluation of compliance with technical requirements. Part 1. General requirements

Дата введения — 2023—01—01

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на плоские фотоэлектрические модули, предназначенные для длительной работы на открытом воздухе, и устанавливает общие требования для оценки соответствия таких модулей техническим требованиям.

Методы испытаний фотоэлектрических модулей на соответствие техническим требованиям установлены в *ГОСТ Р 56980.2*. Специальные требования для фотоэлектрических модулей, изготовленных по разным технологиям, установлены в *ГОСТ Р 56980.1.3* и *ГОСТ Р 56980.1.4* (*см. также [1]* и *[2]*).

Настоящий стандарт применим к плоским фотоэлектрическим модулям, предназначенным для работы при концентрированном излучении со степенью концентрации не более трех. Однако для оценки соответствия таких фотоэлектрических модулей техническим требованиям может быть недостаточно испытаний по *ГОСТ Р 56980.2* и настоящему стандарту. Испытания таких модулей следует проводить при значениях тока, напряжения и мощности, ожидаемых при максимальной концентрации, на которую они рассчитаны.

Примечание — Методы испытаний для подтверждения соответствия техническим требованиям фотоэлектрических модулей с концентраторами установлены в *ГОСТ Р 56983* (см. также *[3]*).

Стандарт не распространяется на фотоэлектрические модули со встроенными электронными устройствами, например инверторами, однако его можно использовать в качестве основы для испытаний таких фотоэлектрических модулей.

Если фотоэлектрические модули предназначены для эксплуатации в условиях, когда их рабочая температура превышает 70 °С с вероятностью 98 %, рекомендуется проводить испытания в условиях более высоких температур (*см. [4]*). Условия ускоренных испытаний могут быть скорректированы (*см. [5]*) для более точного учета особенностей конструкции разных типов фотоэлектрических модулей и различий в реальных условиях их функционирования.

Некоторые механизмы долгосрочной деградации могут быть обнаружены с помощью испытаний компонентов фотоэлектрических модулей. Проводить такие испытания фотоэлектрических модулей целиком нецелесообразно из-за длительного времени, необходимого для возникновения отказа, и больших затрат на создание требуемых стрессовых условий. Испытания компонентов, которые можно считать частью общей программы испытаний на подтверждение соответствия техническим требованиям, приведены в разделе *4*.

При испытаниях фотоэлектрических модулей с многопереходными фотоэлектрическими элементами в испытания следует внести коррективы, учитывающие отличия испытаний таких модулей (*см. [6], [7]*).

Испытания по настоящему стандарту могут проводиться совместно с испытаниями на соответствие требованиям безопасности, установленными в *ГОСТ Р 58809.2*, с одним и тем же набором образцов.

Издание официальное

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 12.4.026 Система стандартов безопасности труда. Цвета сигнальные, знаки безопасности и разметка сигнальная. Назначение и правила применения. Общие технические требования и характеристики. Методы испытаний

ГОСТ 1494 Электротехника. Буквенные обозначения основных величин

ГОСТ 34100.3/ISO/IEC Guide 98-3:2008 Неопределенность измерения. Часть 3. Руководство по выражению неопределенности измерения

ГОСТ ISO/IEC 17025 Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий

ГОСТ IEC 60269-6 Предохранители плавкие низковольтные. Часть 6. Дополнительные требования к плавким вставкам для защиты солнечных фотогальванических энергетических систем

ГОСТ Р ИСО 5725-2 Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 2. Основной метод определения повторяемости и воспроизводимости стандартного метода измерений

ГОСТ Р 56978 (IEC/TS 62548:2013) Батареи фотоэлектрические. Технические условия

ГОСТ Р 56979 (МЭК 62716:2013) Модули фотоэлектрические. Испытания на стойкость к воздействию аммиака

ГОСТ Р 56980.1.3 (МЭК 61215-1.3:2022) Модули фотоэлектрические. Оценка соответствия техническим требованиям. Часть 1.3. Специальные требования к испытаниям тонкопленочных фотоэлектрических модулей на основе аморфного кремния

ГОСТ Р 56980.1.4 (МЭК 61215-1-4:2022) Модули фотоэлектрические. Оценка соответствия техническим требованиям. Часть 1.4. Специальные требования к испытаниям тонкопленочных фотоэлектрических модулей на основе $Cu(In, Ga)(S, Se)_2$

ГОСТ Р 56980.2—2022 (МЭК 61215-2:2021) Модули фотоэлектрические. Оценка соответствия техническим требованиям. Часть 2. Методы испытаний

ГОСТ Р 56981—2016 (МЭК 62790:2014) Модули фотоэлектрические. Коммутационные коробки. Требования безопасности и испытания

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

ГОСТ Р 57230—2016 (МЭК 62852:2014) Системы фотоэлектрические. Соединители постоянного тока. Классификация, требования к конструкции и методы испытаний

ГОСТ Р 57902 (IEC/TS 62804-1:2015) Модули фотоэлектрические. Испытания на деградацию, вызванную высоким напряжением. Часть 1. Фотоэлектрические модули на основе кристаллического кремния

ГОСТ Р 58646 (IEC/TS 62782:2016) Модули фотоэлектрические. Испытания под циклической (динамической) механической нагрузкой

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 58698 (МЭК 61140:2016) Защита от поражения электрическим током. Общие положения для электроустановок и электрооборудования

ГОСТ Р 58809.1 (МЭК 61730-1:2016) Модули фотоэлектрические. Оценка безопасности. Часть 1. Требования безопасности

ГОСТ Р 58809.2—2020 (МЭК 61730-2:2016) Модули фотоэлектрические. Оценка безопасности. Часть 2. Методы испытаний

ГОСТ Р МЭК 60050-826 Установки электрические. Термины и определения

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 60904-10 Приборы фотоэлектрические. Часть 10. Методы определения линейности характеристик

ГОСТ Р МЭК 61701 Модули фотоэлектрические. Испытания на коррозию в солевом тумане

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

ГОСТ Р МЭК 62670-1 Устройства и системы фотоэлектрические с концентраторами. Определение рабочих характеристик. Часть 1. Стандартные условия

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 58809.1*, *ГОСТ Р 56978*, *ГОСТ Р МЭК 60050-826*, *ГОСТ Р ИСО 5725-2*, *[8]—[10]*, а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **интервалы мощности (фотоэлектрических модулей)** [bins of (PV modules) power classes]: Интервалы сортировки фотоэлектрических модулей по мощности (обычно номинальной мощности), указанные изготовителем фотоэлектрических модулей.

3.2 ***номинальная мощность (фотоэлектрического оборудования)*** *(power rating): Средняя максимальная мощность при стандартных условиях испытаний.*

Примечание — Стандартные условия испытаний (СУИ): энергетическая освещенность (1000 ± ± 100) Вт/м^2; температура элемента (25 ± 2) °С; световой поток направлен нормально к воспринимающей поверхности; спектральный состав АМ 1,5.

3.3 **гибкий фотоэлектрический модуль** (flexible module): Фотоэлектрический модуль, который может гнуться без ухудшения своих прочностных характеристик, повторяя плоскую или изогнутую форму поверхности, на которой он расположен, и радиус кривизны которого согласно технической документации 500 мм или менее по крайней мере в одном направлении.

Примечания

1 Жесткий фотоэлектрический модуль изогнутой формы не считается гибким модулем.

2 Радиус кривизны определяют, как показано на рисунке 1. Во время испытаний радиус кривизны должен быть не меньше указанного изготовителем в технической документации.

3.4 **фотоэлектрический модуль большой площади** (very large module): Фотоэлектрический модуль, размеры которого превышает стандартные размеры рабочей плоскости массово выпускаемых имитаторов солнечного излучения 2,2 × 1,5 м.

Примечания

1 На измерение вольт-амперных характеристик и определение максимальной мощности фотоэлектрических модулей большой площади не распространяются требования к пространственной однородности излучения имитатора класса А, установленное в *ГОСТ Р 56980.2—2022, подраздел 4.2*.

2 При проведении испытаний вместо фотоэлектрических модулей большой площади допускается использовать замещающие образцы, как указано в разделе 4.

3 По мере увеличения стандартных размеров рабочей плоскости (области измерений) массово выпускаемых имитаторов солнечного излучения размеры фотоэлектрических модулей, которые следует считать модулями большой площади, могут быть увеличены.

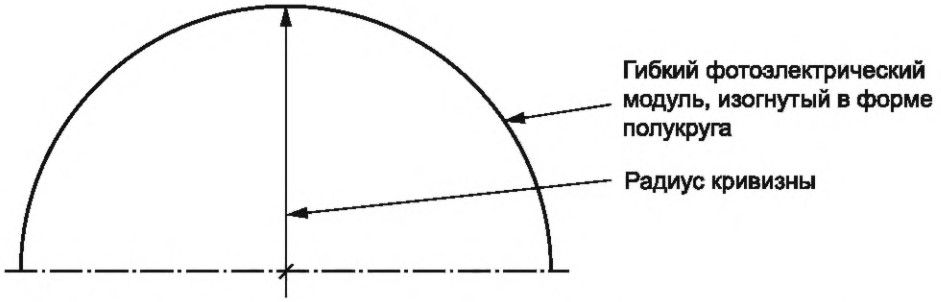


Рисунок 1 — Схема оценки радиуса кривизны гибкого фотоэлектрического модуля

3.5 **фотоэлектрический модуль для работы при пониженной механической нагрузке** (reduced mechanical load module): Модуль, предназначенный для эксплуатации в условиях пониженных статических механических нагрузок, соответствующих испытательной нагрузке в диапазоне ниже 2400 Па и выше или равно 1200 Па при испытании на воздействие статической механической нагрузки с коэффициентом запаса прочности 1,5.

Примечания

1 Оценку предельного уровня статических механических нагрузок, для работы при которых предназначен фотоэлектрический модуль, следует проводить с помощью испытания на воздействие статической механической нагрузки по *ГОСТ Р 56980.2—2022, подраздел 4.13.*

2 Указанная испытательная нагрузка с коэффициентом запаса прочности 1,5 соответствует диапазону расчетных нагрузок ниже 1600 Па и выше или равно 800 Па для положительного (вверх) и для отрицательного (вниз) направлений.

3 Такие модули не предназначены для установки на крыше.

3.6 **двусторонний фотоэлектрический модуль** (bifacial PV module): Фотоэлектрический модуль, который преобразовывает в электрическую энергию излучение, поступающее как на лицевую, так и на тыльную поверхности.

3.7 **коэффициент двусторонности** (bifaciality coefficients): Соотношение между значениями параметра вольт-амперных характеристик тыльной и лицевой рабочих поверхностей двустороннего фотоэлектрического модуля, каждая из которых измерена при стандартных условиях испытаний.

Примечания

1 Для двусторонних фотоэлектрических модулей определяют коэффициент двусторонности по току короткого замыкания $\varphi_{Ik.з}$, коэффициент двусторонности по напряжению холостого хода $\varphi_{Ux.x}$ и коэффициент двусторонности по максимальной мощности φ_{Pmax}.

2 Коэффициенты двусторонности подробно см. в *[11], подраздел 6.2.*

3.8 **стандартная двусторонняя энергетическая освещенность**; BNPI (bifacial nameplate irradiance, BNPI): Энергетическая освещенность, при которой определяют номинальные характеристики двусторонних фотоэлектрических модулей: 1000 Вт/м^2 на лицевой поверхности модуля и 135 Вт/м^2 на тыльной поверхности модуля.

Примечание — Указанные уровни энергетической освещенности на лицевой и тыльной поверхностях двухстороннего фотоэлектрического модуля создают любым методом, приведенным в *[11].*

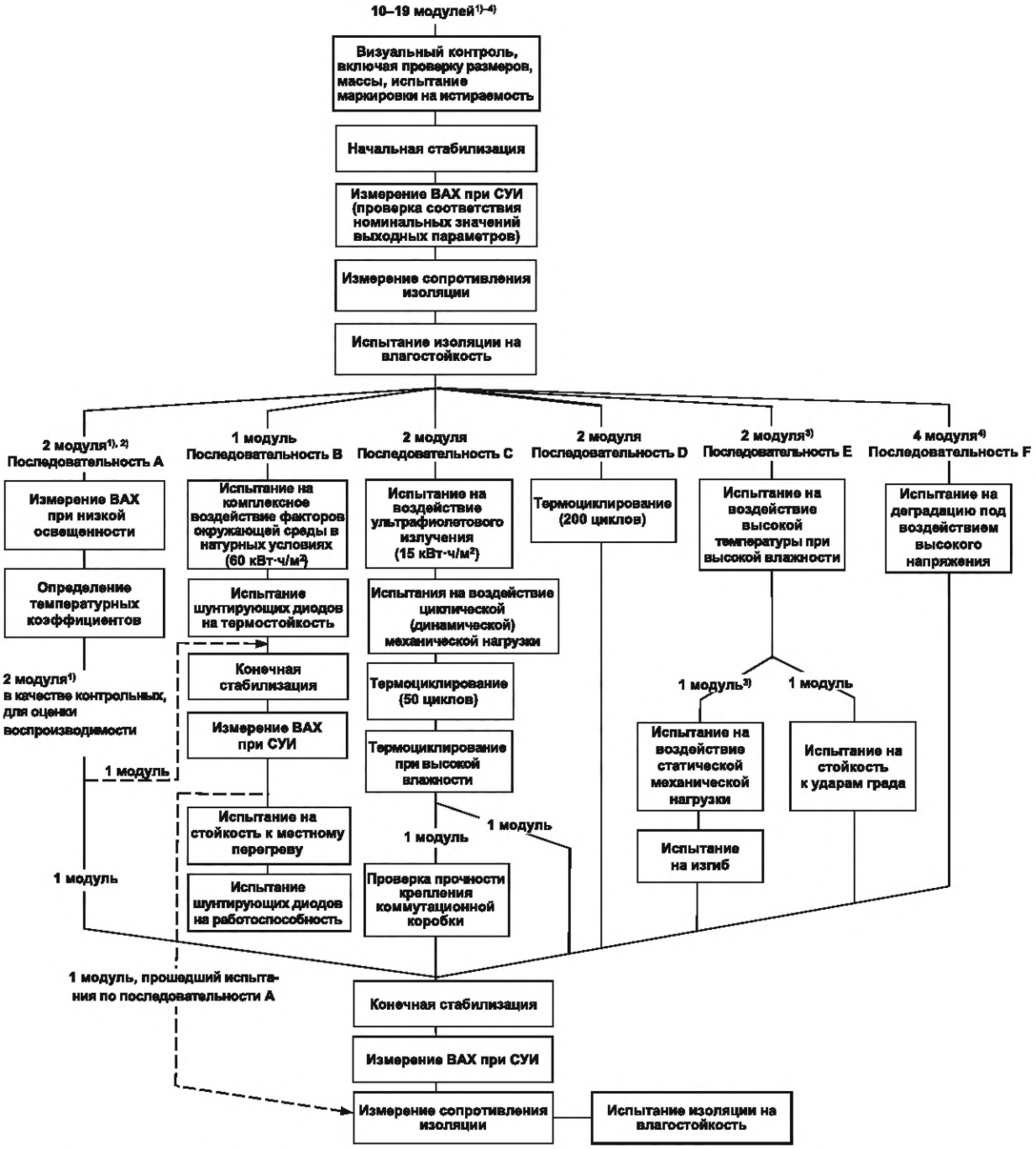
3.9 **стандартная повышенная двусторонняя энергетическая освещенность**; BSI (bifacial stress irradiance, BSI): Повышенная энергетическая освещенность, при которой определяют характеристики двусторонних фотоэлектрических модулей: 1000 Вт/м^2 на лицевой стороне рабочей поверхности модуля и 300 Вт/м^2 на тыльной поверхности модуля.

Примечание — Указанные уровни энергетической освещенности на лицевой и тыльной поверхностях двухстороннего фотоэлектрического модуля создают любым методом, приведенным в *[11].*

4 Порядок проведения испытаний

Общий порядок проведения испытаний для подтверждения соответствия фотоэлектрических модулей техническим требованиям показан на рисунке 2. Методы испытаний установлены в *ГОСТ Р 56980.2*.

Примечание — Обозначения методов испытаний, установленных в настоящем стандарте, и аналогичных им испытаний на соответствие требованиям безопасности, установленным в *ГОСТ Р 58809.2*, принятые в документах Международной электротехнической комиссии, указаны в приложении ДА.



[1)] Для испытаний по последовательности A необходимо от одного до семи модулей:

- если испытание на стойкость к местному перегреву и последующее испытание шунтирующих/блокирующих диодов проводят отдельно, а конечную стабилизацию и заключительные испытания всех образцов, испытанных по последовательностям B—E, проводят одновременно, достаточно одного модуля;
- если заключительные испытания образцов, испытанных по последовательностям B—E проводят не одновременно, для каждых проводимых отдельно заключительных испытаний необходим отдельный модуль.

[2)] Модули, на которых проверяли альтернативный способ стабилизации, если такая проверка проводилась.

[3)] Если испытания по последовательности E проводят с замещающими образцами меньшей площади, необходим дополнительно один полноразмерный образец, который должен быть испытан на воздействие статической механической нагрузки.

[4)] Если изготовителем модулей указана одна полярность подключения, достаточно двух модулей.

Примечание — Указано минимально необходимое количество испытуемых образцов. Условия, при которых требуется большее количество образцов, см. в разделе *5*.

Рисунок 2 — Общий порядок проведения испытаний

Испытания компонентов, являющиеся обязательной частью общей программы испытаний на подтверждение соответствия техническим требованиям, приведены в таблице 1. По каждому из них в протоколе испытаний помимо результатов должны быть указаны название испытательной лаборатории и дата проведения испытаний. Допускается использовать результаты испытаний, проведенных ранее, если испытания были выполнены в соответствии с требованиями таблицы 1.

Таблица 1 — Испытания компонентов, являющиеся частью программы испытаний на подтверждение соответствия техническим требованиям

Компонент	Испытания
Коммутационные коробки	Испытания надежности закрепления кабелей и проводов по *ГОСТ Р 56981—2016, пункт 5.4.12*
Электрические соединители	Испытания надежности закрепления кабелей и проводов по *ГОСТ Р 57230—2016, пункт 9.4.8.* Испытания соединителей должны быть проведены с кабелем того же размера и типа, что и в испытуемых фотоэлектрических модулях

Для периодической проверки характеристик имитатора солнечного излучения после его калибровки на определенную энергетическую освещенность используют отдельный, не показанный на рисунке 2, контрольный модуль, чтобы иметь возможность обнаруживать отклонения в результатах измерений.

Если предполагается проводить стабилизацию по альтернативному методу и это допустимо для модулей данного типа по *ГОСТ Р 56980.1.3* или *ГОСТ Р 56980.1.4* (*см. также [1]* и *[2]*), до проведения начальной стабилизации выполняют проверку применимости альтернативного метода стабилизации, на трех фотоэлектрических модулях (см. *ГОСТ Р 56980.2—2022, пункт 3.3.2*).

После начальной стабилизации и измерения вольт-амперных характеристик (ВАХ) при стандартных условиях испытаний (СУИ) по *ГОСТ Р 56980.2—2022, пункт 4.2.3*, проверяют соответствие значений максимальной мощности, напряжения холостого хода и тока короткого замыкания каждого испытуемого образца при СУИ значениям, указанным изготовителем на паспортной табличке и в технической документации.

Если проводилась проверка альтернативного способа стабилизации, для испытаний по последовательности А используют фотоэлектрические модули, на которых проводили проверку.

Испытуемые образцы, прошедшие испытания по последовательности А, используют в качестве контрольных при заключительных испытаниях образцов, прошедших испытания по последовательностям С—Е и первые два испытания по последовательности В.

В общем случае все образцы, испытанные по последовательностям С—Е, проходят конечную стабилизацию и заключительные испытания одновременно, а по последовательности А испытывают два образца, как показано на рисунке 2. Допускается проводить конечную стабилизацию и заключительные испытания образцов, испытанных по последовательностям С—Е, не одновременно из-за ограничений по условиям проведения испытаний (например, невозможности совместить заключительные испытания образцов из-за разного времени завершения испытаний по разным последовательностям) или по требованию заказчика. В этом случае для каждой конечной стабилизации и заключительных испытаний, проводимых отдельно, используют отдельный контрольный образец.

Испытания по последовательности А допускается проводить в любом порядке. Их можно выполнять последовательно на одном испытуемом образце и на отдельных образцах при условии, что каждый испытуемый образец прошел все испытания, предшествующие последовательности А.

Измерение ВАХ в условиях низкой энергетической освещенности (УНО) в последовательности А может быть пропущено, если испытуемые фотоэлектрические модули данного типа были испытаны в соответствии с *ГОСТ Р МЭК 61853-1*. В этом случае в протоколе испытаний должны быть приведены ВАХ при УНО, измеренная по *ГОСТ Р МЭК 61853-1*, и сведения о проведении испытаний. Двусторонние фотоэлектрические модули всегда должны проходить все испытания по последовательности А, пока в *ГОСТ Р МЭК 61853-1* не будут внесены поправки, учитывающие особенности измерений двусторонних фотоэлектрических модулей.

Для оценки стойкости испытуемых фотоэлектрических модулей к местному перегреву вместо всех испытаний по последовательности В допускается выполнить отдельно испытание на стойкость к местному перегреву и последующее испытание шунтирующих диодов на работоспособность с отдельным испытуемым образцом, прошедшим все начальные испытания. В этом случае конечная стабилизация и измерение ВАХ при СУИ, показанные на рисунке 2 в последовательности В, могут быть объединены

с конечной стабилизацией и измерением ВАХ при СУИ образцов, испытанных по последовательностям С—Е. При этом, если конечную стабилизацию и заключительные испытания всех образцов, испытанных по последовательностям В—Е, проводят одновременно, используют один контрольный образец и для испытания по последовательности А достаточно одного фотоэлектрического модуля.

Промежуточные контрольные измерения сопротивления изоляции после каждого испытания на воздействие внешних факторов между испытаниями в последовательностях В—Е не являются обязательными.

После конечной стабилизации и измерения ВАХ при СУИ проверяют воспроизводимость максимальной мощности при СУИ путем сравнения значений максимальной мощности при СУИ образцов, испытанных по последовательности А, после начальной стабилизации и после конечной стабилизации (см. *7.2.2*).

Если для испытаний шунтирующих/блокирующих диодов используют замещающий образец, этот образец не должен проходить другие испытания в последовательности.

Если любое из приведенных на рисунке 2 испытаний выполняют отдельно, вне связи с другими испытаниями, например, со специальными замещающими образцами, такому испытанию должны предшествовать стабилизация и все начальные испытания, указанные на рисунке 2.

Гибкие фотоэлектрические модули следует испытывать совместно с монтажной подложкой, клеем или иными средствами крепления, указанными изготовителем. Если в соответствии с рекомендациями изготовителя допускается использование более одного варианта монтажной подложки, клея или средства крепления, то в испытаниях должна использоваться комбинация, которая считается наихудшим случаем. Выбранную(ые) комбинацию(ии) необходимо указать в протоколе испытаний, см. раздел 9.

При проведении испытаний следует строго соблюдать инструкции изготовителя по обращению с испытуемыми фотоэлектрическими модулями, их монтажу и подключению. А также инструкции по работе с испытательным оборудованием.

В отношении всех технических средств, выполняющих функции измерения, должны выполняться все метрологические нормы и требования, предусмотренные в [12]. Оборудование должно быть метрологически аттестовано в установленном порядке. Средства измерений должны быть поверены или откалиброваны в установленном порядке.

Условия испытаний приведены в таблице 2. Степень жесткости испытаний, указанная в таблице 2 и в описании испытаний в *ГОСТ Р 56980.2—2022, раздел 4*, является минимально необходимой для подтверждения соответствия фотоэлектрических модулей техническим требованиям и сертификации фотоэлектрических модулей. По договоренности между испытательной лабораторией и изготовителем фотоэлектрических модулей испытания могут быть проведены при более жестких условиях. В этом случае в протоколе испытаний должны быть зафиксированы факт изменения условий испытаний и условия испытаний.

Таблица 2 — Условия испытаний фотоэлектрических модулей на соответствие техническим требованиям

Испытание	Условия проведения испытания
Визуальный контроль	Осмотр образцов с требуемой кратностью увеличения для обнаружения видимых функциональных повреждений. При начальном визуальном контроле одновременно проводят испытание маркировки на стойкость к истиранию и проверяют размеры и массу
Стабилизация	Измерение ВАХ образцов. Выдержка образцов при освещении или альтернативный метод обработки. Измерение ВАХ. Обработку с последующим измерением ВАХ проводят не менее двух раз до тех пор, пока максимальная мощность испытуемых образцов не станет стабильной (см. *ГОСТ Р 56980.2—2022, подраздел 3.2*)
Измерение вольт-амперных характеристик:	По *ГОСТ Р МЭК 60904-1* для односторонних модулей, для двусторонних модулей см. *[11]*, для фотоэлектрических модулей с многопереходными фотоэлектрическими элементами (см. *[6]*)
при стандартных условиях испытаний (СУИ)	Спектральный состав АМ 1,5 в соответствии с *ГОСТ Р МЭК 60904-3* с учетом последних данных по спектру АМ 1,5 (см. *[13]*) Энергетическая освещенность (1000 ± 100) Вт/м^2 или BNPI для двусторонних фотоэлектрических модулей; температура элемента (25 ± 2) °С
при выбранных условиях по энергетической освещенности и температуре [1)]	При выбранных условиях по энергетической освещенности и температуре испытуемого образца (рекомендуется выбирать температуру испытуемого образца в диапазоне от 25 °С до 50 °С и энергетической освещенности — в диапазоне от 700 до 1100 Вт/м^2)

Продолжение таблицы 2

Испытание	Условия проведения испытания
в условиях низкой освещенности (УНО)	Энергетическая освещенность (200 ± 20) Вт/м^2; температура элемента (25 ± 2) °С
Измерение сопротивления изоляции	Температура окружающей среды (25 ± 10) °С, относительная влажность не более 75 %. Подача испытательного напряжения два раза. Первый раз от 500 В до [1,35 × × (2000 В + четырехкратное максимальное номинальное напряжение постоянного тока фотоэлектрической системы, для установки в которой предназначены модули)] в течение 1 мин. Второй раз от 500 В или максимальное номинальное напряжение постоянного тока фотоэлектрической системы, для установки в которой предназначены модули в течение 2 мин. Значение испытательного напряжения определяется максимальным номинальным напряжением постоянного тока фотоэлектрической системы, для установки в которую предназначены фотоэлектрические модули, классом модулей по способу защиты от поражения электрическим током и наличием непроницаемых соединений (см. *ГОСТ Р 56980.2—2022, подраздел 4.3, таблица 1*)
Определение температурных коэффициентов	По *ГОСТ Р МЭК 60891*, используя *ГОСТ Р МЭК 60904-10* или экстраполяцию и интерполяцию для модулей с нелинейными характеристиками
Испытание на комплексное воздействие факторов окружающей среды в натурных условиях	Суммарная энергетическая экспозиция 60 кВт·ч/м^2
Испытание на стойкость к местному перегреву	Выдержка при энергетической освещенности (1000 ± 100) Вт/м^2 в условиях максимального местного перегрева, установленных в соответствии с технологией изготовления испытуемых образцов и типом соединения фотоэлектрических элементов, защищаемых одним шунтирующим диодом. Для двусторонних модулей энергетическая освещенность с лицевой стороны (1000 ± 100) Вт/м^2, с тыльной стороны (300 ± 30) Вт/м^2 или эквивалентная
Испытание на воздействие ультрафиолетового излучения	Температура испытуемого образца (60 ± 5) °С. Воздействие на лицевую поверхность. Диапазон длин волн от 280 до 400 нм. Суммарная накопленная доза 15 кВт·ч/м^2. От 3 % до 5 % дозы приходится на диапазон длин волн между 280 и 320 нм. Для двусторонних модулей повторяют облучение с тыльной стороны
Термоциклирование	50 циклов (последовательность С) или 200 циклов (последовательность D); от – 40 °С до 85 °С; подача тока при T от – 40 °С до 80 °С; груз весом 5 Н, свисающий с коммутационной коробки. Значение тока определяют в процентах от $I_{max\ СУИ}$ в соответствии с технологией изготовления испытуемых образцов
Термоциклирование при высокой влажности	10 циклов: от 85 °С до –40 °С; при 85 °С относительная влажность 85 %
Испытание на воздействие высокой температуры при высокой влажности	1000 ч: 85 °С; относительная влажность 85 %
Испытания надежности средств внешних соединений:	
проверка прочности крепления коммутационной коробки	Приложение силы: 40 Н к боковым поверхностям коммутационной коробки последовательно в каждом направлении, параллельном краям испытуемого образца, с шагом 90° в течение (10 ± 1) с; 40 Н в центре верхней поверхности коммутационной коробки перпендикулярно к поверхности в течение (10 ± 1) с
испытания надежности закрепления кабелей и проводов	Проверяют испытаниями коммутационных коробок по *ГОСТ Р 56981—2016, пункт 5.4.12*

Окончание таблицы 2

Испытание	Условия проведения испытания
Испытание изоляции на влагостойкость	Погружение в жидкость с температурой (22 ± 2) °С и сопротивлением не более 3500 Ом·см. Повышение испытательного напряжения со скоростью не более 500 В/с до 500 В или до максимального номинального напряжения постоянного тока фотоэлектрической системы, для установки в которой предназначен испытуемый образец, в зависимости от того, какое из них выше. Выдержка 2 мин после стабилизации тока утечки
Испытание на воздействие статической механической нагрузки	Три цикла воздействия равномерной нагрузкой, указанной изготовителем, прикладываемой поочередно в течение 1 ч к лицевой и тыльной поверхностям. Минимальная испытательная нагрузка: больше или равна 1200 Па, как указано изготовителем (для модулей, предназначенных для работы при пониженной механической нагрузке) или 2400 Па (для остальных модулей)
Испытание на стойкость к ударам града	Удар градиной диаметром не менее 25 мм со скоростью 23 м/с в 11 местах
Испытания шунтирующих/блокирующих диодов:	
испытание шунтирующих/блокирующих диодов на термостойкость	1 ч при $I_{к.з\ мод\ СУИ}$ и 75 °С. 1 ч при $1{,}25I_{к.з\ мод\ СУИ}$ и 75 °С. Для двусторонних фотоэлектрических модулей испытательный ток равен $1{,}25I_{к.з\ мод}$ при энергетической освещенности (1000 ± 100) Вт/м^2 с лицевой стороны и (300 ± 30) Вт/м^2 с тыльной стороны или при эквивалентной энергетической освещенности
испытание шунтирующих/блокирующих диодов на работоспособность	Измерение напряжения при 25 °С и при $1{,}25I_{к.з\ мод\ СУИ}$ или ВАХ при частичном затенении
Испытания на воздействие циклической (динамической) механической нагрузки	По *ГОСТ Р 58646,* 1000 циклов при 1000 Па
Испытания на деградацию, вызванную высоким напряжением	По *ГОСТ Р 57902, метод А* для фотоэлектрических модулей на основе кристаллического кремния (*для тонкопленочных фотоэлектрических модулей см. [14]*). +85 °С, относительная влажность 85 %, 96 ч при максимальном номинальном напряжение постоянного тока фотоэлектрической системы, для установки в которой предназначены испытуемые образцы
Испытание на изгиб (только гибких модулей)	26 циклов наматывания вокруг цилиндра с диаметром в два раза больше радиуса кривизны испытуемого образца, указанного изготовителем
Испытание маркировки на стойкость к истиранию	Маркировку трут вручную куском хлопчатобумажной ткани, смоченным водой, 15 с, затем — 15 с куском хлопчатобумажной ткани, смоченным бензином

[1] В национальных стандартах, вышедших до 2020 г., испытание по измерению ВАХ при выбранных условиях по энергетической освещенности и температуре называется «Определение максимальной мощности».

5 Отбор образцов

В общем случае для проведения испытаний из производственной партии или партий случайным образом отбирают не менее 10 фотоэлектрических модулей (см. рисунок 2).

Общее количество образцов, отбираемых для испытаний, определяется обязательным минимальным количеством образцов, необходимых для проведения испытаний (указанным на схеме на рисунке 2), количеством возможных вариантов материалов и компонентов, технологии изготовления, способами установки, особенностями применения, особенностями испытательной лаборатории, пожеланиями изготовителя, а также количеством используемых контрольных и замещающих образцов.

Если изготовитель сортирует фотоэлектрические модули по нескольким интервалам (шагам) значений номинальной мощности (см. *[15]*), для испытаний должно быть отобрано не менее двух модулей,

номинальная мощность которых находится в нижнем, среднем и верхнем интервалах мощности. Если отсутствуют модули с номинальной мощностью в среднем интервале, отбирают не менее двух модулей, значения номинальной мощности которых находятся в следующем за средним интервалом с более высокими значениями мощности. Если результаты испытаний и сертификации фотоэлектрических модулей по настоящему комплексу стандартов, полученные на фотоэлектрических модулях с номинальной мощностью в пределах одного интервала мощности, могут быть распространены в последующем на указанные интервалы внутри этого интервала, в выборке должно быть не менее двух образцов, представляющих верхний, нижний и средний интервалы номинальной мощности. Дополнительные образцы рекомендуется отбирать в соответствии с этими же требованиями к значению номинальной мощности. Требование о включении в состав образцов фотоэлектрических модулей с номинальной мощностью, находящейся в разных интервалах мощности, не изменяет требований к количеству контрольных образцов.

В зависимости от того, одновременно или нет проходят конечную стабилизацию и заключительные испытания образцы, испытанные по последовательностям В—Е, для испытаний по последовательности А (контрольные образцы) необходимо от одного до пяти образцов (см. раздел *4* и рисунок 2).

Результаты испытаний относятся только к конструкции фотоэлектрических модулей с теми компонентами, которые были установлены на испытанных образцах. Если для изготовления фотоэлектрического модуля могут быть использованы несколько вариантов компонентов/материалов для выполнения одних и тех же функций, или одни и те же компоненты/материалы разных поставщиков, или один и тот же компонент из разных материалов, или несколько вариантов технологии изготовления, то для каждого варианта и/или сочетания вариантов должно быть отобрано и испытано не менее чем указанное выше количество образцов (требования к количеству образцов, необходимому для проведения испытаний, см. также в *[15]*). Если указанные различные варианты относятся не к компонентам/материалам, входящим в состав ламината или аналогичной части фотоэлектрического модуля, то требования к количеству отобранных образцов для каждого варианта и/или сочетания вариантов распространяются только на количество образцов для испытаний, на результаты которых может повлиять различие вариантов. Изменения проводников или соединителей не требуют проведения испытаний с образцами каждого варианта. В протоколе испытаний должны быть зафиксированы все указанные варианты компонентов/материалов, технологии изготовления или их сочетаний и соответствующее отобранное и испытанное количество образцов фотоэлектрических модулей.

Если изготовителем указано несколько возможных вариантов установки фотоэлектрического модуля, вместо одного модуля для испытания на воздействие статической механической нагрузки может быть необходимо столько образцов, сколько возможных способов установки указано изготовителем.

Образцы, представленные для испытаний, подвергают входному контролю, при котором выявляют комплектность каждого образца и его соответствие технической документации.

Образцы для испытаний должны быть изготовлены из указанных в сопроводительных документах материалов и компонентов в соответствии с чертежами и технологическими картами изготовителя, по утвержденной технологии (оборудование, материалы и условия производства) и должны пройти установленные процедуры заводской проверки, контроля качества и приемочных испытаний. Испытуемые образцы должны быть полностью укомплектованы и сопровождаться технической документацией, в том числе руководством по эксплуатации, инструкциями по окончательной сборке, монтажу и подключению, включая рекомендации по установке диодов, рам, кронштейнов и т. п.

Все компоненты фотоэлектрического модуля, для которых установлены специальные стандарты, должны соответствовать требованиям этих стандартов, что должно быть подтверждено в технической документации фотоэлектрического модуля, например сертификатами соответствия и т. п. Например, коммутационные коробки должны соответствовать требованиям *ГОСТ Р 56981*, электрические соединители — требованиям *ГОСТ Р 57230* и т. д. В том числе должно быть подтверждение того, что компоненты испытанного фотоэлектрического модуля успешно прошли обязательные испытания, указанные в таблице 1.

Маркировка образцов и документация на образцы должны соответствовать требованиям раздела *6*. Если используются замещающие образцы, на них должна быть маркировка, тождественная маркировке полноразмерного образца, и она должна сохраняться в продолжение всей программы испытаний.

Если испытуемые образцы снабжены или предназначены для применения со специальными средствами заземления или если они снабжены или предназначены для установки со специальными средствами монтажа, которые влияют на качество заземления, эти средства должны быть поставлены вместе с испытуемыми образцами.

При испытаниях безрамных фотоэлектрических модулей монтажные кронштейны модулей должны рассматриваться как составная часть испытуемых образцов, если они поставляются вместе с испытуемыми образцами или если в руководстве по монтажу испытуемых образцов указаны конкретная модель или материал и размеры монтажных кронштейнов.

Образцы не допускается подвергать какой-либо иной специальной обработке, отличной от стандартного процесса изготовления.

Для испытания шунтирующих/блокирующих диодов могут быть необходимы специально подготовленные замещающие образцы (требования к таким образцам см. в *ГОСТ Р 56980.2—2022, подпункт 4.15.1.2*).

За исключением сертификационных и приемо-сдаточных испытаний, если при климатических испытаниях полноразмерные образцы из-за больших размеров невозможно поместить в испытательное оборудование, например климатическую камеру, допускается использовать замещающий образец меньшего размера, эквивалентный по конструкции, материалам и технологии изготовления. Если вместо полноразмерных образцов для климатических испытаний используют замещающие образцы, указанное выше количество отбираемых полноразмерных образцов может быть уменьшено на количество замещающих образцов.

Для испытаний фотоэлектрических модулей большой площади допускается использовать замещающие образцы меньшего размера, эквивалентные испытуемым полноразмерным фотоэлектрическим модулям по конструкции, материалам и способу изготовления, электрическим, механическими и тепловыми характеристикам, связанным с качеством и надежностью модулей. Фотоэлектрические элементы, методы герметизации, соединения, выводы, электрические зазоры и расстояния утечки по всем торцам, а также расстояния через твердую изоляцию (в зависимости от изоляции и непроницаемых соединений) должны быть такими же, как и у полноразмерного фотоэлектрического модуля. Размеры замещающих образцов должны быть не более чем в два раза меньше значений, определяющих принадлежность испытуемых фотоэлектрических модулей к модулям большой площади (см. *3.4*): более короткий размер замещающего образца должен быть не менее 0,75 м, а более длинный — не менее 1,1 м.

Если для испытаний используют замещающие образцы, протокол испытаний должен включать таблицу, в которой указаны реальные размеры испытуемых модулей и размеры испытанных замещающих образцов для каждого испытания с замещающими образцами. В таблице должно быть приведено следующее (или аналогичное) утверждение: «Для некоторых испытаний использовались замещающие образцы меньшего размера, как указано выше. Испытание образцов меньшего размера может повлиять на соответствие результатов испытаний поведению полноразмерных модулей в реальных условиях». Для определения снижения максимальной мощности в результате испытаний (*7.2.2*) в качестве контрольного используют аналогичный замещающий образец, и оценка снижения максимальной мощности относится к замещающим образцам относительно стабилизированной максимальной мощности этих образцов, измеренной в начале всех испытаний. Однако для подтверждения номинальных значений параметров, указанным на паспортной табличке (документации модуля) (*7.2.1*) должны быть выполнены измерения полноразмерного фотоэлектрического модуля либо в лаборатории, проводящей испытания, либо у изготовителя под контролем испытательной организации.

Если в последовательности Е используются замещающие образцы, то необходим один дополнительный полноразмерный модуль, который должен быть испытан только на воздействие статической механической нагрузки.

Любые замещающие образцы, используемые для проведения испытания на стойкость к местному перегреву, должны содержать такое же количество фотоэлектрических элементов на один шунтирующий диод, что и полноразмерный модуль.

Рекомендуется проводить испытания с полноразмерными образцами.

То, что фотоэлектрические модули являются двусторонними должно быть указано на паспортной табличке или в технической документации или должен быть приведен коэффициент двусторонности по максимальной мощности, значение которого не менее 20 %.

То, что фотоэлектрические модули односторонние должно быть подтверждено одним из следующих способов:

a) в технической документации указано, что тыльная поверхность фотоэлектрических элементов полностью металлизирована;

b) изготовителем модулей предоставлены данные о светопропускании тыльного покрытия со спектральным разрешением, подтверждающие отсутствие светопропускания на всем рабочем спектральном диапазоне модулей;

c) до проведения испытаний испытательной лабораторией определен коэффициент двусторонности одного образца (см. *[11]*), и его значение менее 20 %.

Если модули, подлежащие испытаниям, являются новыми разработками и еще не поставлены на производство или модули изготовлены для индивидуального проекта, это должно быть отмечено в протоколе испытаний.

Если испытания по настоящему стандарту проводят совместно с испытаниями на соответствие требованиям безопасности по *ГОСТ Р 58809.2*, для проведения испытаний по обоим стандартам может быть использован один и тот же комплект образцов, отвечающих также требованиям *ГОСТ Р 58809.2—2020, раздел 6*.

6 Требования к маркировке и документации

6.1 Маркировка

На фотоэлектрических модулях должна быть нестираемая, четкая и разборчивая маркировка, включающая паспортную табличку с основными данными об изделии, знаки и надписи.

Маркировка должна быть устойчивой к воздействию механических и климатических факторов и сохраняться в течение ожидаемого срока эксплуатации фотоэлектрического модуля.

Место размещения маркировки должно быть доступно для прочтения при монтаже и эксплуатации.

Паспортная табличка должна содержать, как минимум, следующие данные:

a) зарегистрированный товарный знак или торговую марку или наименование изготовителя;

b) тип;

c) серийный номер (если он не указан на фотоэлектрическом модуле отдельно);

d) дату и место изготовления, если они не могут быть определены по серийному номеру;

e) максимально допустимое номинальное напряжение постоянного тока фотоэлектрической системы, в которую может быть установлен фотоэлектрический модуль ($U_{DC\ ФЭС}$);

f) класс по способу защиты от поражения электрическим током (обозначение классов см. в таблице 3, подробно об этих классах см. *ГОСТ Р 58809.1* и *ГОСТ Р 58698*);

g) напряжение холостого хода при СУИ ($U_{х.х\ СУИ}$ или $U_{х.х}$) в вольтах, включая допуски. Для двусторонних модулей напряжение холостого хода должно быть указано при стандартной двусторонней энергетической освещенности (BNPI, см. *3.8*);

h) ток короткого замыкания при СУИ ($I_{к.з\ СУИ}$ или $I_{к.з}$) в амперах включая допуски. Для двусторонних модулей ток короткого замыкания должен быть указан при стандартной двусторонней энергетической освещенности (BNPI, см. *3.8*);

i) максимальную мощность при СУИ (номинальная мощность) ($P_{max\ СУИ}$ или P_{max}, или $P_{ном}$) в ваттах, включая интервалы сортировки по мощности и допуски. Для двусторонних модулей номинальная мощность должна быть указана при стандартной двусторонней энергетической освещенности (BNPI, см. *3.8*);

j) для двусторонних фотоэлектрических модулей измеренные при СУИ в соответствии с *[11]*:

- коэффициент двусторонности по току короткого замыкания $\varphi_{Iк.з}$,
- коэффициент двусторонности по напряжению холостого хода $\varphi_{Uх.х}$,
- коэффициент двусторонности по максимальной мощности φ_{Pmax};

k) для гибких модулей — минимальный радиус кривизны;

l) для фотоэлектрических модулей, предназначенных для работы при пониженной механической нагрузке:

- фразу «Пониженная расчетная механическая нагрузка» и значения положительных и отрицательных расчетных нагрузок в Па;
- фразу «Не устанавливать на крыше»;
- уникальную идентификацию в обозначении типа или номера модели, указывающую на то, что он используется для пониженной механической нагрузки.

Примечания

1 Информация, приведенная в перечислениях b)—d), может быть указана только в коде изделия, если он приведен на паспортной табличке.

2 Если из обозначения параметров на паспортной табличке не ясно, что они определены при СУИ, то, по крайней мере, в тексте технической документации должно быть указано, что напряжение холостого хода, ток короткого замыкания и максимальная мощность определены при СУИ.

3 Напряжение холостого хода, ток короткого замыкания фотоэлектрического модуля и максимально допустимое номинальное напряжение постоянного тока фотоэлектрической системы, в которую может быть установлен фотоэлектрический модуль, в зарубежной практике и части отечественных документов обозначают V_{oc}, I_{sc} и V_{sys} соответственно.

4 Для фотоэлектрических модулей с концентраторами, для которых применим настоящий стандарт (коэффициент концентрации менее трех), характеристики определяют при стандартных условиях испытаний для фотоэлектрических устройств и систем с концентраторами (СУИК, см. *ГОСТ Р МЭК 62670-1*).

5 Например, если тип модуля, предназначенного для эксплуатации в условиях обычных статических механических нагрузок, обозначают М300W, то обозначение типа этого модуля, предназначенного для эксплуатации в условиях пониженных нагрузок, должно быть М300W-X, где X может быть, например, комбинацией букв или цифр.

Таблица 3 — Обозначение классов по способу защиты фотоэлектрических модулей от поражения электрическим током

Класс	Знак
Класс 0	Знак отсутствует
Класс II	
Класс III	

Фотоэлектрические модули класса II с ограниченным доступом рекомендуется обозначать как: b или ОД или аналогичным образом, с пояснением обозначения в технической документации.

Символ, обозначающий класс фотоэлектрических модулей по способу защиты от поражения электрическим током, должен быть размещен на паспортной табличке таким образом, чтобы его невозможно было перепутать с товарным знаком или другими идентификационными метками.

Остальные знаки и надписи, которые должны быть установлены на фотоэлектрическом модуле, приведены в *6.2*.

Текст маркировки, кроме стандартизированных случаев (см., например, рисунок ДБ.1 приложения ДБ), должен быть выполнен на русском языке и, если необходимо, также на иностранном языке.

Соответствие значений параметров фотоэлектрического модуля значениям, указанным на его паспортной табличке и в документации, проверяют по ВАХ при СУИ, измеренной после начальной стабилизации согласно *ГОСТ Р 56980.2*. Соответствие маркировки указанным требованиям проверяют с помощью визуального контроля и испытанием маркировки на стойкость к истиранию по *ГОСТ Р 56980.2*.

6.2 Знаки и надписи

На фотоэлектрических модулях классов 0 и II со стороны присоединения внешних кабелей (проводов) на самом видном месте должен быть размещен знак, предупреждающий о риске поражения электрическим током «Опасность поражения электрическим током» или предупреждающий знак и надпись «Под напряжением при освещении» (см. рисунок ДБ.2 приложения ДБ) — второй вариант предпочтителен.

Согласно *ГОСТ Р 57230* на электрическом соединителе или на проводнике рядом с ним должен быть установлен предупреждающий знак «Под напряжением! Не разъединять», приведенный на рисунке ДБ.1 приложения ДБ, или иной аналогичный предупреждающий знак и/или надпись на русском языке. Знак или предупреждение должны быть выполнены тиснением или в виде ярлыка. Указание на необходимость снабжения ярлыком должно быть приведено в технической документации.

Должна быть ясно обозначена полярность:

- выводов фотоэлектрического модуля;
- контактов электрического соединителя.

Вывод или точка(и) для присоединения заземляющего(щих) проводника(ов) или проводника(ов) уравнивания потенциалов должны быть обозначены соответствующим знаком (см. таблицу 4). Никакой другой вывод или точка подключения не должны быть обозначены таким образом.

Таблица 4 — Знаки заземления и уравнивания потенциалов

Наименование	Обозначение
Эквипотенциальность (уравнивание потенциалов)	
Заземление, общее обозначение. Не используют для обозначения соединения с защитным заземлением	
Рабочее (функциональное) заземление	
Защитное заземление (замыкание на землю). Для обозначения точки соединения с защитным заземлением (землей)	

На выводах, рассчитанных только на присоединение медных проводников, или рядом с ними должна быть размещена надпись: «Использовать только медный провод», или «Только Cu», или равнозначные надпись или знак.

Выводы фотоэлектрических модулей, рассчитанные только на присоединение проводников из других конкретных материалов, должны быть обозначены аналогичным способом, с указанием допустимого материала электропроводки.

На выводах, рассчитанных только на присоединение медных проводников, или рядом с ними должна быть размещена надпись: «Использовать только медный провод», или «Только Cu», или равнозначные надпись или знак.

Выводы фотоэлектрических модулей, рассчитанные только на присоединение проводников из других конкретных материалов, должны быть обозначены аналогичным способом, с указанием допустимого материала электропроводки.

После монтажа на месте эксплуатации, на коммутационной коробке или на фотоэлектрическом модуле, на котором установлена коммутационная коробка, на наиболее заметном месте должен быть установлен знак «Солнечная установка. Постоянный ток» и знак, указывающий на то, что коммутационная коробка может находиться под напряжением в любой момент времени, независимо от того, разомкнуты или не разомкнуты выключатели в фотоэлектрической батарее (см. приложение В).

Указание на местоположение предупреждающих знаков и надписей должно быть приведено в технической документации.

6.3 Документация

Фотоэлектрические модули должны сопровождаться технической документацией на русском языке, в том числе руководством по эксплуатации, инструкциями по окончательной сборке (если такая сборка необходима), монтажу и подключению, включая рекомендации по установке диодов, рам, кронштейнов и т. п.

Объем и содержание технической документации должны быть достаточны для правильного и безопасного выполнения всех необходимых работ в процессе эксплуатации фотоэлектрического модуля от окончательной сборки и монтажа до утилизации.

Примечание — Для каждой поставляемой упаковки идентичных фотоэлектрических модулей достаточно одного комплекта технической документации.

В технической документации на фотоэлектрические модули должны быть приведены следующие данные:

- данные, которые указывают на паспортной табличке, см. *6.1*;
- все необходимые ограничения для класса фотоэлектрического модуля по способу защиты от поражения электрическим током;
- максимальный номинальный ток защиты от сверхтоков.

Примечание — Значение максимального номинального тока защиты от сверхтоков некоторые изготовители указывают как максимальное значение номинального тока последовательно устанавливаемого плавкого предохранителя;

- рекомендуемый тип устройства защиты от сверхтоков и его номинальный ток (например, в соответствии с *ГОСТ IEC 60269-6*).

Примечание — Рекомендуется устройство защиты от сверхтоков, которое выдерживает в течение одного часа нагрузку, равную $1{,}35I_n$, где I_n равен указанному максимальному номинальному току защиты от сверхтоков фотоэлектрического модуля;

- температурный коэффициент напряжения холостого хода;
- температурный коэффициент тока короткого замыкания;
- температурный коэффициент максимальной мощности.

Примечание — Указывают температурные коэффициенты, определенные для энергетической освещенности и других характеристик при СУИ, кроме температуры (для фотоэлектрических модулей с концентраторами — СУИК);

- ВАХ при СУИ;
- ВАХ при УНО;
- максимально допустимое количество фотоэлектрических модулей в фотоэлектрической цепочке и максимальное допустимое количество фотоэлектрических цепочек в фотоэлектрической батарее;
- габаритные размеры;
- масса.

Также в технической документации рекомендуется указать:

- напряжение холостого хода в точке максимальной мощности при СУИ;
- ток короткого замыкания в точке максимальной мощности при СУИ;
- КПД при СУИ;
- деградацию максимальной мощности при СУИ в течение срока службы;
- интервалы сортировки по номинальной мощности (если такая сортировка осуществляется).

Техническая документация фотоэлектрических модулей, предназначенных для работы при пониженной статической механической нагрузке должна включать следующие требования: «Фотоэлектрические модули предназначены для установки во внутренних или внешних рядах, когда сочетание модуля и монтажной конструкции позволяет выдерживать расчетные нагрузки на месте эксплуатации. В качестве альтернативы могут использоваться модули с более высокой минимальной испытательной нагрузкой, соответствующей расчетным нагрузкам на месте эксплуатации.

Модули не предназначены для установки на крыше зданий/объектов».

Техническая документация должна включать, как минимум, следующие условия эксплуатации и связанные с ними характеристики фотоэлектрического модуля:

- диапазон рабочей температуры (температуры окружающей среды). По умолчанию диапазон температуры окружающей среды от минус 40 °С до плюс 40 °С включительно;
- максимальную высоту над уровнем моря. При этом могут быть указаны коэффициенты снижения номинальных параметров в зависимости от высоты установки над уровнем моря;
- диапазон скорости ветра и направление ветра относительно ориентации и наклона фотоэлектрического модуля, если необходимо, и/или расчетные ветровые/снеговые нагрузки, как указано далее.

Параметры и их размерности должны быть указаны в соответствии с *ГОСТ 1494* или в соответствии с иными установленными международными обозначениями, если это не противоречит *ГОСТ 1494*.

Соответствие ВАХ и значений параметров фотоэлектрического модуля, указанным в технической документации, проверяют с помощью измерения ВАХ при СУИ после начальной стабилизации, ВАХ при УНО и определения температурных коэффициентов по *ГОСТ Р 56980.2*.

Чтобы учесть возможность увеличения предельных значений выходных параметров фотоэлектрического модуля при определенных условиях эксплуатации, в технической документации должны быть указаны соответствующие значения параметров или должно быть приведено следующее утверждение (или аналогичное):

«При нормальных условиях эксплуатации ток и/или напряжение фотоэлектрического модуля могут быть больше значений, установленных для стандартных условий испытаний. Поэтому при определении номинальных значений напряжения компонентов фотоэлектрической батареи, номинальных параметров проводников, устройств защиты, коммутации и управления, присоединяемых к выводам фотоэлектрического модуля, указанные в паспортной табличке значения напряжения холостого хода и тока короткого замыкания при СУИ должны быть умножены на 1,25».

Для облегчения правильного определения параметров фотоэлектрической батареи (фотоэлектрической системы) и ее компонентов, выбора схемы соединения фотоэлектрических модулей в технической документации рекомендуется приводить ВАХ и при других условиях, например при уровнях энергетической освещенности от 100 до 1000 Вт/м^2 с шагом 100 Вт/м^2 и при условиях низкой температуры и условиях высокой температуры (согласно *ГОСТ Р МЭК 61853-1*), ВАХ при разных углах ориентации фотоэлектрического модуля или зависимости выходных характеристик фотоэлектрического модуля от угла падения солнечного излучения, температурные зависимости или номинальную рабочую температуру модуля (согласно *ГОСТ Р 58648.2*).

В технической документации должны быть указаны/описаны все особенности конструкции, области применения и назначения фотоэлектрических модулей, а также характеристики фотоэлектрического модуля, связанные с этими особенностями и условиями применения.

Техническая документация должна включать подробное описание монтажа и подключения, в том числе подробное описание способов выполнения электропроводки на месте эксплуатации.

Техническая документация должна включать:

- минимальные диаметры присоединяемых проводов и кабелей;
- размеры, типы, материалы и допустимые максимальные длительные температуры проводов и кабелей, в том числе заземляющих проводников/проводников уравнивания потенциалов;
- тип выводов для присоединения проводов и кабелей;
- способы присоединения заземляющих проводников/проводников уравнивания потенциалов, места присоединения проводников, особенности системы заземления/уравнивания потенциалов, отдельные предоставляемые компоненты (если это применимо);
- все ограничения на способы присоединения проводов и кабелей и монтажа электропроводки в коммутационной коробке, а также, если необходимо, в соединительных коробках фотоэлектрической батареи;
- модели/типы и, если необходимо, изготовители специальных электрических соединителей для фотоэлектрического оборудования (частей электрических соединителей), с которыми могут сочленяться разъемы электрических соединителей фотоэлектрического модуля;
- возможные способы соединений (если необходимо), в том числе все поставляемые и требуемые детали для соединения;
- тип и номинальные значения параметров шунтирующего(их)/блокирующего(их) диода(ов) (если необходимо);
- условия монтажа (например, угол наклона, ориентация, средства крепления, охлаждение);
- возможные варианты установки (например, только в открытой стойке, в открытой стойке и на конструкциях, на определенных конструкциях и т. п.) и ограничения, связанные с каждым вариантом установки (например, минимально допустимое расстояние до конструкции);
- возможные варианты крепления фотоэлектрического модуля к несущей конструкции и, если необходимо, описание приспособлений/типы приспособлений, в том числе требования и рекомендации по предотвращению электрохимической коррозии и обеспечению нормального функционирования системы заземления/уравнивания потенциалов;
- ветровую/снеговую нагрузку для каждого варианта технических средств крепления фотоэлектрического модуля и способа установки, включая коэффициент запаса. По усмотрению изготовителя также могут быть указаны испытательные нагрузки;
- перечень минимально необходимых технических средств для каждого варианта крепления фотоэлектрического модуля (согласно оценке по результатам испытания на воздействие статической механической нагрузки по *ГОСТ Р 56980.2*);
- установочные и присоединительные размеры;
- степень(и) огнестойкости и ссылка на нормативный документ, в соответствии с которым оценена огнестойкость, а также условия, при которых обеспечивается указанная степень огнестойкости (например, угол наклона, крепежные конструкции и иные данные по установке) или информация о том, что стойкость к внешним источникам возгорания не проверялась.

Соответствие расчетной нагрузки для каждого варианта технических средств крепления модуля указанным в технической документации проверяют с помощью испытания на воздействие статической механической нагрузки по *ГОСТ Р 56980.2*.

Документация фотоэлектрических модулей, предназначенных для установки на конструкции(ях) здания/объекта, должна включать:

- перечень минимально необходимых технических средств для каждого варианта крепления фотоэлектрического модуля на конкретной(ых) конструкции(ях) здания/объекта (согласно оценке по результатам испытания на воздействие статической механической нагрузки по *ГОСТ Р 56980.2*);

- специальные характеристики огнестойкости и/или пожарной опасности, определенные для фотоэлектрического модуля, согласно требованиям к пожарной безопасности, предъявляемым к конкретной(ым) конструкции(ям) здания/объекта, и ссылка на нормативные документы, в соответствии с которыми оценены эти характеристики, если характеристики пожарной безопасности зависят от конкретной конструкции, на которой может быть установлен фотоэлектрический модуль, от конкретной монтажной конструкции и средств крепления или промежутков между элементами монтажной конструкции, фотоэлектрическим модулем и кровельным покрытием.

Если фотоэлектрический модуль не может использоваться при концентрированном излучении, документация должна содержать положение о том, что на лицевую и/или тыльную поверхность фотоэлектрического модуля не должно поступать концентрированное солнечное излучение.

Если фотоэлектрический модуль может использоваться при концентрированном излучении со степенью концентрации не более трех, но не относится к фотоэлектрическим модулям с концентраторами (см. *ГОСТ Р 56983*), это должно быть отмечено в технической документации с указанием рабочей/предельно допустимой степени концентрации.

Техническая документация должна включать подтверждение соответствия компонентов фотоэлектрических модулей специальным стандартам на эти компоненты (для коммутационных коробок — *ГОСТ Р 56981*, для электрических соединителей — *ГОСТ Р 57230* и т. д.).

В технической документации указывают нормативные документы (отдельные испытания по этим документам), в соответствии с которыми были испытаны фотоэлектрические модули и успешное прохождение которых подтверждает соответствие фотоэлектрических модулей техническим требованиям, требованиям безопасности и характеристик модуля характеристикам, указанным в технической документации.

Если фотоэлектрические модули предназначены для эксплуатации в специальных условиях (например, в условиях морского климата или условиях повышенной концентрации аммиака вблизи животноводческих комплексов, при повышенной/пониженной температуре, в зонах повышенного градообразования), это должно быть указано в технической документации, а также должны быть указаны нормативные документы, успешные испытания по которым подтверждают применимость фотоэлектрических модулей в этих условиях (например, *ГОСТ Р МЭК 61701*, *ГОСТ Р 56979* и т. д.).

7 Оценка результатов испытаний

7.1 Общие требования

Фотоэлектрический модуль считают выдержавшим испытания по настоящему стандарту и соответствующим техническим требованиям, если для каждого испытанного образца:

- значения выходных параметров, измеренные в начале испытаний, соответствуют условиям критерия 1 (см. *7.2.1*);
- все испытания пройдены успешно, в том числе:
  - изменение максимальной мощности в результате каждого испытания соответствует условиям критерия 2, см. *7.2.2*;
  - в процессе испытаний отсутствовали обрывы электрических цепей образца.

Максимально допустимое количество испытанных образцов, не соответствующих условиям критерия 1, указано в таблице 5.

Таблица 5 — Условия успешного прохождения испытаний по критерию 1

Размер выборки, шт.	Допустимое количество испытанных образцов, для которых не выполнены условия критерия 1
≥ 10	1
< 10[1)]	0
[1)] Размер выборки менее 10 допускается только во время повторных испытаний.	

Если по результатам измерения ВАХ после начальной стабилизации не выполнены условия таблицы 5, вместо каждого из образцов, не соответствующего требованиям критерия 1, должны быть выбраны и проверены два новых дополнительных образца. Если хотя бы один из дополнительных образцов также не отвечает критерию 1, возможны два варианта:

- либо номинальные параметры, указанные на паспортной табличке существующего набора испытуемых образцов, переопределяют и все отобранные образцы маркируют заново таким образом, чтобы выполнялись условия таблицы 5, после чего продолжают начальные испытания с тем же набором образцов, измеряя сопротивление изоляции образцов (см. рисунок 2);

- либо считают, что фотоэлектрический модуль данного типа не отвечает техническим требованиям. В этом случае любые дальнейшие испытания являются новыми испытаниями на подтверждение соответствия технических требований и требуют отбора новых образцов в соответствии с разделом *5*. Параметры, указанные на паспортной табличке каждого из предоставляемых для отбора модулей или каждого из вновь отобранных образцов, должны быть переопределены, после чего образцы должны быть повторно отправлены на испытания.

Маркировка и документация испытанных образцов должны соответствовать требованиям раздела *6*.

Если два или более испытанных образца не отвечают остальным указанным требованиям, считают, что испытанный фотоэлектрический модуль не прошел испытания и не соответствует техническим требованиям.

Если только один из испытанных образцов не выдержал какое-либо испытание, должны быть выбраны два дополнительных образца в соответствии с требованиями раздела *5* и подвергнуты всей соответствующей части программы испытаний с самого начала. Требование повторных испытаний двух дополнительных образцов применяют к испытаниям, для проведения которых изначально требовались один или два испытуемых образца.

Если оба дополнительных образца успешно проходят испытания, считается, что фотоэлектрический модуль выдержал испытания и соответствует техническим требованиям.

Если один или оба указанных дополнительных образца также не выдерживают испытаний, фотоэлектрический модуль считают не соответствующим техническим требованиям.

7.2 Требования к выходным параметрам

7.2.1 Соответствие значений выходных параметров при СУИ номинальным значениям (критерий 1)

Требования относятся к соответствию значений максимальной мощности, напряжения холостого хода и тока короткого замыкания при СУИ каждого из испытуемых образцов значениям, указанным на их паспортных табличках и в технической документации, предоставленной изготовителем. Соответствие требованиям проверяют, сравнивая сначала значения указанных параметров, приведенные на паспортной табличке и в технической документации, затем эти значения со значениями, определенными по ВАХ, измеренным при СУИ после начальной стабилизации (см. рисунок 2).

Значения параметров и их допусков, указанные на паспортных табличках испытуемых образцов, должны совпадать с указанными в технической документации. В противном случае считают, что фотоэлектрический модуль не соответствует техническим требованиям и его отбраковывают.

Максимальная мощность при СУИ каждого испытуемого образца после начальной стабилизации должна соответствовать следующему условию:

$$P^0_{\text{max СУИ}} \cdot \left(1 + \frac{\frac{1{,}65}{2} \cdot U_{0{,}95}\left(P^0_{\text{max СУИ}}\right)}{100} \right) \geq P_{\text{max СУИ}} \cdot \left(1 - \frac{|t_1|}{100} \right), \quad (1)$$

где $P^0_{\text{max СУИ}}$ — значение максимальной мощности испытуемого образца при СУИ после начальной стабилизации, Вт;

$P_{\text{max СУИ}}$ — максимальная мощность испытуемого образца, указанная изготовителем, без учета отклонений (допусков), Вт;

$U_{0,95}(P^0_{\text{max СУИ}})$ — расширенная неопределенность измерений максимальной мощности при СУИ с доверительной вероятностью 95 % при коэффициенте охвата $k = 2$ (см. *ГОСТ 34100.3*), % от $P^0_{\text{max СУИ}}$;

t_1 — нижнее предельное отклонение (нижний допуск) максимальной мощности при СУИ, указанное изготовителем (номинальной мощности), % от $P_{\text{max СУИ}}$.

Расширенная неопределенность измерений максимальной мощности при СУИ должна включать в себя учет спектрального рассогласования, основанный либо на измеренной спектральной характеристике, либо на возможности наихудшего случая для данного типа технологии изготовления фотоэлек-

трических модулей. Ее умножают на 1,65/2 для преобразования доверительных интервалов из двусторонних в односторонние с уровнем достоверности 95 %.

Если на паспортной табличке указан диапазон значений мощности, $P_{\text{max СУИ}}$ — это нижнее предельное значение диапазона.

Если допуск не указан на паспортной табличке или не указан в техническом паспорте, то $t_1 = 0$. Если допуск не сокращен до единственного значения на заводской табличке или технической документации (например, если указаны несколько допусков или компонентов неопределенности измерения), следует использовать наименьшее значение.

Расширенная неопределенность измерений максимальной мощности при СУИ должна быть не больше значения, указанного для фотоэлектрических модулей, изготовленных по данной технологии, в *ГОСТ Р 56980.1.3* или *ГОСТ Р 56980.1.4* (*см. также [1]* и *[2]*).

Среднее арифметическое значение максимальной мощности испытуемых образцов при СУИ после начальной стабилизации $\overline{P}^0_{\text{max СУИ}}$ должно соответствовать следующему условию:

$$\overline{P}^0_{\text{max СУИ}} \cdot \left(1 + \frac{\frac{1{,}65}{2} \cdot U_{0{,}95}\left(P^0_{\text{max СУИ}}\right)}{100} \right) \geq P_{\text{max СУИ}} \cdot \qquad (2)$$

Если проводят испытания фотоэлектрических модулей, для которых изготовителем указано несколько интервалов сортировки по максимальной мощности при СУИ (номинальной мощности), условие (2) должно выполняться для каждого интервала.

Примечание — Условие (2) не распространяется на проверку максимальной мощности партии изделий при массовом производстве, поскольку неизбежны систематические различия между различными лабораториями и эталонными приборами. В таких случаях условие (1), которое включает соответствующие неопределенности, лучше описывает приложение к средним значениям.

У испытуемых образцов, номинальная мощность которых находится в нижнем интервале сортировки по мощности, значение максимальной мощности при СУИ каждого образца после начальной стабилизации должно также соответствовать следующему условию:

$$P^0_{\text{max СУИ}} \cdot \left(1 - \frac{\frac{1{,}65}{2} \cdot U_{0{,}95}\left(P^0_{\text{max СУИ}}\right)}{100} \right) \leq P_{\text{max СУИ}} \cdot \left(1 + \frac{|t_4|}{100} \right), \qquad (3)$$

где t_4 — верхнее предельное отклонение (верхний допуск) максимальной мощности при СУИ, указанное изготовителем (номинальной мощности), % от $P_{\text{max СУИ}}$.

Значение напряжения холостого хода при СУИ каждого испытуемого образца после начальной стабилизации должно соответствовать следующему условию:

$$U^0_{\text{х.х СУИ}} \cdot \left(1 + \frac{\frac{1{,}65}{2} \cdot U_{0{,}95}\left(U^0_{\text{х.х СУИ}}\right)}{100} \right) \leq U_{\text{х.х СУИ}} \cdot \left(1 + \frac{|t_2|}{100} \right), \qquad (4)$$

где $U^0_{\text{х.х СУИ}}$ — напряжение холостого хода испытуемого образца при СУИ после начальной стабилизации, В;

$U_{\text{х.х СУИ}}$ — напряжение холостого хода испытуемого образца, указанное изготовителем, без учета отклонений, В;

$U_{0{,}95}(U^0_{\text{х.х СУИ}})$ — расширенная неопределенность измерений напряжения холостого хода при СУИ с доверительной вероятностью 95 % при коэффициенте охвата $k = 2$ (см. *ГОСТ 34100.3*), % от $U^0_{\text{х.х СУИ}}$;

t_2 — верхнее предельное отклонение (верхний допуск) напряжения холостого хода при СУИ, указанное изготовителем, % от $U_{\text{х.х СУИ}}$.

Расширенная неопределенность измерений напряжения холостого хода при СУИ должна включать в себя учет спектрального рассогласования, основанный либо на измеренной спектральной характеристике, либо на возможности наихудшего случая для данного типа технологии изготовления

фотоэлектрических модулей. Ее умножают на 1,65/2 для преобразования доверительных интервалов из двусторонних в односторонние с уровнем достоверности 95 %.

Если на паспортной табличке указан диапазон значений напряжения холостого хода, $U_{\text{х.х СУИ}}$ — это верхнее предельное значение диапазона.

Если отклонение (допуск) не указан на паспортной табличке или не указан в техническом паспорте, то $t_2 = 0$. Если допуск не сокращен до единственного значения на заводской табличке или технической документации (например, если указаны несколько допусков или компонентов неопределенности измерения), следует использовать наименьшее значение.

Если $U_{\text{х.х}}$ не может быть измерен из-за встроенной в фотоэлектрический модуль электроники (такой как MOSFET), $U_{\text{х.х}}$ испытуемых образцов проверять не обязательно. Это исключение должно быть отмечено в протоколе испытаний. $U_{\text{х.х}}$ не должен определяться никаким другим способом, кроме прямых измерений, например экстраполяцией.

Значение тока короткого замыкания при СУИ каждого испытуемого образца после начальной стабилизации должно соответствовать следующему условию:

$$I^0_{\text{к.з СУИ}} \cdot \left(1 + \frac{\frac{1{,}65}{2} \cdot U_{0{,}95}\left(I^0_{\text{к.з СУИ}}\right)}{100} \right) \le I_{\text{к.з СУИ}} \cdot \left(1 + \frac{|t_3|}{100} \right), \tag{5}$$

где $I^0_{\text{к.з СУИ}}$ — ток короткого замыкания испытуемого образца при СУИ после начальной стабилизации, А;

$I_{\text{к.з СУИ}}$ — ток короткого замыкания испытуемого образца при СУИ, указанный изготовителем, без учета отклонений, А;

$U_{0{,}95}(I^0_{\text{к.з СУИ}})$ — расширенная неопределенность измерений тока короткого замыкания при СУИ с доверительной вероятностью 95 % при коэффициенте охвата $k = 2$ (см. *ГОСТ 34100.3*), % от $I^0_{\text{к.з СУИ}}$;

t_3 — верхнее предельное отклонение (верхний допуск) тока короткого замыкания при СУИ, указанное изготовителем, % от $I_{\text{к.з СУИ}}$.

Расширенная неопределенность измерений тока короткого замыкания при СУИ должна включать в себя учет спектрального рассогласования, основанный либо на измеренной спектральной характеристике, либо на возможности наихудшего случая для данного типа технологии изготовления фотоэлектрических модулей. Ее умножают на 1,65/2 для преобразования доверительных интервалов из двусторонних в односторонние с уровнем достоверности 95 %.

Если на паспортной табличке указан диапазон значений напряжения холостого хода, $I_{\text{к.з СУИ}}$ — это верхнее предельное значение диапазона.

Если отклонение (допуск) не указано на паспортной табличке или не указан в техническом паспорте, то $t_3 = 0$. Если допуск не сокращен до единственного значения на заводской табличке или технической документации (например, если указаны несколько допусков или компонентов неопределенности измерения), следует использовать наименьшее значение.

Для двусторонних фотоэлектрических модулей условия (1)—(5) должны выполняться в условиях стандартной двусторонней энергетической освещенности (см. *3.8*).

Если значение максимальной мощности при СУИ или коэффициентов двусторонности систематически принимает верхнее или нижнее предельное значение, это должно быть отмечено в протоколе испытаний. Для случая, когда изготовителем указано несколько интервалов сортировки по номинальной мощности, это требование относится к каждому интервалу.

***7.2.2* Деградация максимальной мощности в результате проведения испытаний (критерий 2)**

После проведения испытаний по последовательностям C—F и после испытаний шунтирующих/блокирующих диодов на термостойкость по последовательности B, а также после проведения каждого испытания на воздействие внешних факторов деградация максимальной мощности при СУИ каждого испытуемого образца не должна превышать 5 % его максимальной мощности при СУИ после начальной стабилизации.

Для каждого испытуемого образца после конечной стабилизации должно выполняться следующее условие:

$$P^i_{\text{max СУИ}} \ge 0{,}95 P^0_{\text{max СУИ}} \left(1 - \frac{R}{100} \right), \tag{6}$$

где $P^{i}_{\text{max СУИ}}$ — максимальная мощность при СУИ i-го испытуемого образца после проведения испытания/всех испытаний в последовательности, Вт;

R — воспроизводимость максимальной мощности при СУИ, % от $P^{0}_{\text{max СУИ}}$ контрольного образца, прошедшего конечную стабилизацию и последующее измерение ВАХ при СУИ вместе с испытуемым образцом.

Для двусторонних фотоэлектрических модулей условие (6) должно выполняться для максимальной мощности при стандартной двусторонней энергетической освещенности (см. *3.8*).

Воспроизводимость максимальной мощности при СУИ проверяют сравнением значений максимальной мощности при СУИ после начальной стабилизации и после конечной стабилизации у контрольных образцов, испытанных по последовательности А.

Для каждой группы испытуемых образцов, отдельно проходящих конечную стабилизацию и заключительные испытания вместе с отдельным контрольным образцом (см. раздел *4*), воспроизводимость максимальной мощности при СУИ проверяют на указанном контрольном образце.

Воспроизводимость максимальной мощности при СУИ должна быть не хуже предельно допустимого значения для фотоэлектрических модулей, изготовленных по данной технологии. Предельно допустимые значения для фотоэлектрических модулей, изготовленных по разным технологиям, установлены в соответствующих частях *ГОСТ Р 56980*, например для тонкопленочных фотоэлектрических модулей на основе аморфного кремния — в *ГОСТ Р 56980.1.3*, для тонкопленочных фотоэлектрических модулей на основе $Cu(In, Ga)(S, Se)_2$ — в *ГОСТ Р 56980.1.4* (*см. также [1]* и *[2]*).

Воспроизводимость не равна расширенной неопределенности измерений максимальной мощности при измерении ВАХ при СУИ по *ГОСТ Р 56980.2—2022, пункт 4.2.3*.

Примечание — Если для проведения начальной, конечной стабилизации и/или измерения ВАХ используют не один и тот же имитатор солнечного излучения, это должно быть отмечено в протоколе испытаний, должна быть приведена информация о различиях имитаторов, обеспечивающая сопоставимость результатов измерений и позволяющая оценить их точность.

Если воспроизводимость максимальной мощности при СУИ контрольного образца превышает значение, установленное для фотоэлектрических модулей, изготовленных по данной технологии в *ГОСТ Р 56980.1.3* или *ГОСТ Р 56980.1.4* (*см. также [1]* и *[2]*), испытательной лаборатории следует определить из-за чего получен такой результат с помощью эталонного(ых) фотоэлектрического(их) модуля(ей), отвечающих требованиям *ГОСТ Р МЭК 60904-2*:

- неисправно испытательное оборудование;
- испытуемый фотоэлектрический модуль имеет плохую воспроизводимость;
- характеристики испытанных образов не были стабилизированы при начальной стабилизации.

Если все проверки подтверждают, что испытательное оборудование работает правильно, это указывает на то, что характеристики контрольного образца сместились больше предельно допустимого значения. В этом случае испытания продолжают, используя предельно допустимое значение воспроизводимости для максимальной мощности при СУИ, установленное для фотоэлектрических модулей, изготовленных по данной технологии.

8 Видимые функциональные повреждения

С точки зрения соответствия фотоэлектрического модуля техническим требованиям видимыми функциональными повреждениями считаются следующие:

a) сломанные внешние поверхности или внешние поверхности с трещинами или порезами;

b) искривление или смещение внешних компонентов, включая внешние покрытия, раму и коммутационные коробки, до степени, ухудшающей рабочие или монтажные характеристики испытуемого образца и его безопасность;

c) пузырьки или расслоения, образующие непрерывный путь между какой-либо частью электрической цепи и краем испытуемого образца;

d) пузырьки, сумма площади которых составляет более 1 % общей площади испытуемого образца;

e) наличие каких-либо расплавленных или сгоревших компонентов;

f) нарушение механической целостности до степени, ухудшающей рабочие или монтажные характеристики испытуемого образца и его безопасность;

g) трещина фотоэлектрического элемента, распространение которой может привести к отделению от электрической цепи испытуемого образца более 10 % площади этого элемента, и сломанные фотоэлектрические элементы;

h) отсутствие токоведущих частей или их видимая коррозия, занимающие более 10 % фотоэлектрического элемента;

i) наличие повреждений токоведущих частей;

j) наличие короткозамкнутых токоведущих частей или доступных токоведущие частей;

k) маркировка на испытуемых образцах не держится или информация на ней не читается.

9 Протокол испытаний

Протокол испытаний оформляется испытательной лабораторией, проводившей испытания, в соответствии с *ГОСТ ISO/IEC 17025*. Протокол испытаний должен содержать, как минимум, следующие данные:

a) наименование документа;

b) наименование и адрес испытательной лаборатории с указанием места проведения испытаний;

c) уникальную идентификацию протокола и каждой страницы;

d) наименование и адрес заказчика, когда это необходимо;

e) количество отобранных образцов и описание процедуры отбора образцов, когда это необходимо;

f) описание и идентификацию образцов до испытаний, например серийный номер и дату изготовления образцов в виде, позволяющем определить ведомости материалов, а также информацию о том, что испытанные образцы являются прототипами серийных фотоэлектрических модулей или выполнены по индивидуальному заказу, изготовлены на опытном или нестандартном оборудовании;

g) изображение маркировки типа модуля, включая допуски по мощности;

h) характеристику и состояние испытанных образцов;

i) дату получения испытанных образцов и дату(ы) испытаний (когда это необходимо);

j) описание методов испытаний, включая выбранный метод испытаний, если допускается более одного варианта для данного испытания (например, метод А или В при проверке шунтирующих диодов на работоспособность; метод окончательной стабилизации и т. д.);

k) описания всех отклонений, дополнений или исключений в процедурах проведения испытаний. В том числе описания отклонений, связанных с тем, что испытанные образцы являются прототипами серийных фотоэлектрических модулей или выполнены по индивидуальному заказу, изготовлены на опытном или нестандартном оборудовании. А также любую иную информацию, характеризующую конкретное испытание, например описание условий испытаний, в том числе подробное описание проведения начальной и конечной стабилизации освещением (энергетическая освещенность, температура, продолжительность выдержки или энергетическая экспозиция, продолжительность восстановления) или по альтернативному методу;

l) оценку соответствия значений выходных параметров каждого испытуемого образца при СУИ и их отклонений (допусков) значениям, указанным изготовителем;

m) результаты всех испытаний каждого испытанного образца, результаты измерений, проверок, расчетов, сопровождаемые необходимыми таблицами, схемами, рисунками и фотографиями, включая:

- температурные коэффициенты для токов короткого замыкания, напряжения холостого хода и максимальной мощности и соответствующая энергетическая освещенность;
- ВАХ и максимальную мощность при СУИ;
- ВАХ и максимальную мощность в условиях низкой освещенности;
- коэффициенты двусторонности при СУИ и низкой освещенности (для двусторонних модулей);
- максимальную температуру затененного фотоэлектрического элемента, наблюдаемую во время испытаний на стойкость к местному перегреву;
- спектр лампы, использованной при испытаниях на воздействие ультрафиолетового излучения;
- способы установки испытуемого(ых) образца(ов) при испытании на воздействие статической механической нагрузки;
- положительные/отрицательные испытательные нагрузки и коэффициент запаса прочности γ_m при испытаниях на стойкость к механическим нагрузкам;
- диаметр и скорость градин при испытаниях на стойкость к ударам града;
- деградацию максимальной мощности при СУИ после всех испытаний;
- условия испытания на деградацию, вызванную высоким напряжением, включая испытательное напряжение, полярность и конфигурацию монтажа;

- если напряжение холостого хода, ток короткого замыкания или их температурные коэффициенты не могут быть измерены из-за встроенной в фотоэлектрический модуль электроники, о каждом из таких параметров должно быть указано, что он неизмерим из-за встроенной в модуль электроники. Также должны быть отмечены связанные с этим исключения оценочных условий из критерия 1 по $I_{к.з}$ и/или $U_{х.х}$;

n) все отрицательные результаты, повреждения, неисправности и т. п., описания всех неудовлетворительных и повторных испытаний;

p) наименование и адрес испытательных лабораторий, которыми были проведены испытания компонентов, указанные в таблице 1, даты, результаты и место, где были проведены испытания;

q) все специальные области применения и особенности конструкции, требующие специальных условий испытаний, для которых испытаны фотоэлектрические модули;

r) сводку результатов испытаний по всем критериям оценки результатов испытаний:

- соответствие общим требованиям (см. 7.1);

- соответствие выходных параметров и их допусков значениям, указанным изготовителем (см. *7.2.1*);

- деградация максимальной мощности в результате проведения испытаний (см. *7.2.2*);

- электрические цепи: отсутствие или наличие обрывов электрических цепей испытанных образцов, если происходили обрывы цепей — в каком образце, во время какого испытания;

- видимые повреждения: отсутствие или наличие у испытанных образцов видимых функциональных повреждений, указанных в разделе 8, если обнаружены видимые функциональные повреждения — в каком образце, во время какого испытания;

- электробезопасность: соответствие значения сопротивления изоляции испытанных образцов требованиям *ГОСТ Р 56980.2—2022, подраздел 4.3*, и значения сопротивления изоляции во влажной среде требованиям *ГОСТ Р 56980.2—2022, подраздел 4.15*, при всех соответствующих испытаниях или для какого образца, во время какого испытания эти требования не выполнены; выполнены ли специальные требования всех отдельных испытаний;

s) оценку неопределенности (погрешности) результатов испытаний (когда это необходимо);

t) воспроизводимость максимальной мощности при СУИ контрольного(ых) образца(ов), использованную при оценке деградации мощности в соответствии с *7.2.2*;

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

v) положение о том, что полученные результаты относятся только к испытанным образцам или только к тому типу модулей, который представлен испытанными образцами, когда это необходимо;

w) положение о том, что для сохранения сертификации соответствия изготовитель должен сообщать и согласовывать с испытательной лабораторией и сертифицирующей организацией все проводимые им изменения;

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

Изготовитель должен хранить копию протокола испытаний в качестве справочного материала.

10 *Подтверждение соответствия техническим требованиям при изменении конструкции, материалов, компонентов, технологии изготовления или обработки испытанных фотоэлектрических модулей*

Для подтверждения соответствия техническим требованиям (подтверждения сертификата соответствия) при любых изменениях конструкции, материалов, компонентов, технологии изготовления или обработки фотоэлектрических модулей, прошедших испытания по настоящему стандарту, может потребоваться повторение некоторых или всех испытаний (см. *[15]*). Выбранные испытания и последовательности проведения испытаний должны обеспечивать выявления появившихся в результате модификации отрицательных изменений в фотоэлектрических модулях. Количество образцов, которые должны быть включены в программу повторных испытаний, и критерии прохождения испытаний те же, что и для данного испытания в настоящем стандарте. Изготовитель должен сообщать и согласовывать с испытательной лабораторией и сертифицирующей организацией все проводимые им изменения.

Повторное проведение испытаний, которые проводили с замещающими образцами, не требуется, если изменения фотоэлектрических модулей связаны только с изменением габаритных размеров, и для повторных испытаний допускается использовать замещающие образцы того же размера, что и уже испытанные.

Приложение ДА
(справочное)

Обозначение методов испытаний, установленных в настоящем стандарте, МЭК 61215-2 и МЭК 61730-2

Таблица ДА.1

Испытание	Обозначение испытания в МЭК 61215-2	Обозначение испытания в МЭК 61730-2
Стабилизация: начальная стабилизация конечная стабилизация	MQT 19 MQT 19.1 MQT 19.2	—
Визуальный контроль	MQT 01	MST 01
Измерение вольт-амперных характеристик: при стандартных условиях испытаний (СУИ) при выбранных условиях по энергетической освещенности и температуре[1)] в условиях низкой освещенности (УНО)	 MQT 06 MQT 02 MQT 07	 MST 02 MST 03 —
Измерение сопротивления изоляции	MQT 03	MST 16
Определение температурных коэффициентов	MQT 04	—
Испытание на комплексное воздействие факторов окружающей среды в натурных условиях	MQT 08	—
Испытание на стойкость к местному перегреву	MQT 09	MST 22
Испытание на воздействие ультрафиолетового излучения	MQT 10	MST 54
Термоциклирование	MQT 11	MST 51
Термоциклирование при высокой влажности	MQT 12	MST 52
Испытание на воздействие высокой температуры при высокой влажности	MQT 13	MST 53
Испытания надежности средств внешних соединений: проверка прочности крепления коммутационной коробки испытания надежности закрепления кабелей и проводов[2)]	MQT 14 MQT 14.1 MQT 14.2	MST 42
Испытание изоляции на влагостойкость	MQT 15	MST 17
Испытание на воздействие статической механической нагрузки	MQT 16	MST 34
Испытание на стойкость к ударам града	MQT 17	—
Испытания шунтирующих/блокирующих диодов: испытание шунтирующих/блокирующих диодов на термостойкость испытание шунтирующих/блокирующих диодов на работоспособность	MQT 18 MQT 18.1 MQT 18.2	— MST 25 MST 07
Испытания на воздействие циклической (динамической) механической нагрузки	MQT 20	—
Испытания на деградацию, вызванную высоким напряжением	MQT 21	—
Испытание на изгиб (только гибких модулей)	MQT 22	—
Испытание маркировки на стойкость к истиранию	—	MST 05
Проверка остроты кромок	—	MST 06

[1)] В ссылках до выхода предыдущей версии стандарта испытание по измерению ВАХ при выбранных условиях по энергетической освещенности и температуре называется «Определение максимальной мощности».

[2)] Надежность закрепления кабелей и проводов в испытуемых фотоэлектрических модулях проверяют при испытаниях коммутационных коробок по *ГОСТ Р 56981—2016, пункт 5.4.12*, для подтверждения их соответствия требованиям безопасности.

Примечание — Аббревиатура обозначений испытаний расшифровывается следующим образом:

- MST — испытание на соответствие требованиям безопасности (measurement safety test);
- MQT — испытание на соответствие техническим требованиям (measurement quality test).

Приложение ДБ
(справочное)

Знаки

Знаки, приведенные на рисунке ДБ.1, могут быть использованы для указания на то, что соединитель запрещено рассоединять под нагрузкой.

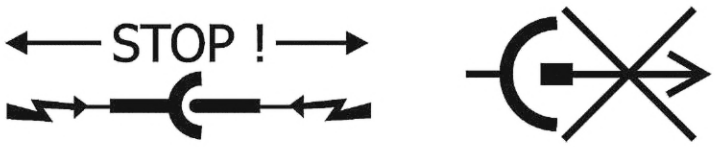


Рисунок ДБ.1 — Примеры знака «Под напряжением! Не разъединять»



a) «Опасность поражения электрическим током» (*ГОСТ 12.4.026*, W08)

b) «Под напряжением при освещении»

Рисунок ДБ.2 — Примеры знаков, указывающих на то, что фотоэлектрический модуль может находиться под напряжением в любой момент времени, независимо от того, разомкнуты или не разомкнуты выключатели в фотоэлектрической батарее

Приложение ДВ
(справочное)

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

Таблица ДВ.1

Обозначение ссылочного национального, межгосударственного стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование ссылочного международного стандарта, документа
ГОСТ 34100.3—2017/ISO/IEC Guide 98-3:2008	IDT	ISO/IEC Guide 98-3:2008 «Неопределенность измерения. Часть 3. Руководство по выражению неопределенности измерения»
ГОСТ IEC 60269-6—2013	IDT	IEC 60269-6:2013 «Предохранители плавкие низковольтные. Часть 6. Дополнительные требования к плавким вставкам для защиты солнечных фотогальванических энергетических систем»
ГОСТ Р ИСО 5725-2—2002	IDT	ISO 5725-2—2002 «Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 2. Основной метод определения повторяемости и воспроизводимости стандартного метода измерения»
ГОСТ Р 56980.1.3—2022 (МЭК 61215-1-3:2022)	MOD	IEC 61215-1-3:2022 «Модули фотоэлектрические наземные. Оценка соответствия техническим требованиям. Часть 1-3. Специальные требования к испытаниям фотоэлектрических модулей на основе тонкопленочного аморфного кремния»
ГОСТ Р 56980.1.4—2022 (МЭК 61215-1-4:2022)	MOD	IEC 61215-1-4:2022 «Модули фотоэлектрические наземные. Оценка соответствия техническим требованиям. Часть 1-4. Специальные требования к испытаниям тонкопленочных фотоэлектрических модулей на основе $Cu(In, Ga)(S, Se)_2$»
ГОСТ Р 56980.2—2022 (МЭК 61215-2:2021)	MOD	IEC 61215-2:2021 «Модули фотоэлектрические наземные. Оценка соответствия техническим требованиям. Часть 2. Методы испытаний»
ГОСТ Р 56981—2016 (МЭК 62790:2014)	MOD	IEC 62790:2014 «Коробки коммутационные для фотоэлектрических модулей. Требования безопасности и испытания»
ГОСТ Р 56983—2016 (МЭК 62108:2007)	MOD	IEC 62108:2007 «Модули фотоэлектрические концентраторные (CPV) и модули в сборе. Оценка конструкции и одобрение типа продукции»
ГОСТ Р 57230—2016 (МЭК 62852:2014)	MOD	IEC 62852:2014 «Соединители постоянного тока для фотоэлектрических систем. Требования безопасности и испытания»
ГОСТ Р 57902—2017 (IEC/TS 62804-1:2015)	MOD	IEC/TS 62804-1:2015 «Модули фотоэлектрические. Методы испытания на деградацию, вызванную электрическим потенциалом. Часть 1. Фотоэлектрические модули на основе кристаллического кремния»
ГОСТ Р 58646—2019 (IEC/TS 62782:2016)	MOD	IEC/TS 62782:2016 «Модули фотоэлектрические. Испытание под циклической (динамической) механической нагрузкой»
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 58698—2019 (МЭК 61140:2016)	MOD	IEC 61140:2016 «Защита от поражения электрическим током. Общие положения для электроустановок и электрооборудования»

Окончание таблицы ДВ.1

Обозначение ссылочного национального, межгосударственного стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование ссылочного международного стандарта, документа
ГОСТ Р 58809.1—2020 (МЭК 61730-1:2016)	MOD	IEC 61730-1:2016 «Модули фотоэлектрические. Оценка безопасности. Часть 1. Требования к конструкции»
ГОСТ Р 58809.2—2020 (МЭК 61730-2:2016)	MOD	IEC 61730-2:2016 «Модули фотоэлектрические. Оценка безопасности. Часть 2. Методы испытаний»
ГОСТ Р МЭК 60891—2013	IDT	IEC 60891:2009 «Государственная система обеспечения единства измерений. Приборы фотоэлектрические. Методики коррекции по температуре и энергетической 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 60904-3—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 60904-10—2013	IDT	IEC 60904-10:2009 «Приборы фотоэлектрические. Часть 10. Методы определения линейности характеристик»
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 энергетической освещенности и температуры. Номинальная мощность»

Примечание — В настоящей таблице использованы следующие условные обозначения степени соответствия стандартов:

- IDT — идентичные стандарты;
- MOD — модифицированные стандарты.

Приложение ДГ
(справочное)

Сопоставление структуры настоящего стандарта со структурой примененного в нем международного стандарта

Таблица ДГ.1

Структура настоящего стандарта	Структура международного стандарта МЭК 61215-1:2021
1 Область применения	1 Область применения
2 Нормативные ссылки	2 Нормативные ссылки
3 Термины и определения	3 Термины и определения
4 Порядок проведения испытаний (раздел 6, 11)	4 Отбор образцов
5 Отбор образцов (раздел 4)	5 Маркировка и документация
6 Требования к маркировке и документации (раздел 5)	5.1 Паспортная табличка
6.1 Маркировка (5.1)	5.2 Документация
6.2 Знаки и надписи (5.2.2)	5.2.1 Минимальные требования
6.3 Документация (5.2.1 — 5.2.3)	5.2.2 Информация, которая должна быть приведена в технической документации фотоэлектрических модулей
7 Оценка результатов испытаний	5.2.3 Инструкция по сборке
7.1 Общие требования (7.1, 7.2.4, 7.3, 7.4)	6 Порядок проведения испытаний
7.2 Требования к выходным параметрам	7 Оценка результатов испытаний
7.2.1 Соответствие значений выходных параметров при СУИ номинальным значениям (критерий 1)	7.1 Общие положения
7.2.2 Деградация максимальной мощности в результате проведения испытаний (критерий 2)	7.2 Максимальная мощность, напряжение холостого хода и ток короткого замыкания при СУИ
8 Видимые функциональные повреждения	7.2.1 Идентификация номинальных значений параметров и их отклонений
9 Протокол испытаний	7.2.2 Проверка соответствия номинальных значений выходных параметров, критерий № 1
10 Подтверждение соответствия техническим требованиям при изменении конструкции, материалов, компонентов, технологии изготовления или обработки фотоэлектрических модулей (раздел 10)	7.2.3 Снижение максимальной мощности во время испытаний, критерий № 2
Приложение ДА Обозначение методов испытаний, установленных в настоящем стандарте, в МЭК 61215-2 и МЭК 61730-2	7.2.4 Электрические цепи
Приложение ДБ Знаки	7.3 Видимые дефекты
Приложение ДВ Сведения о соответствии ссылочных национальных и межгосударственного стандартов международным стандартам, использованным в качестве ссылочных в примененном международном стандарте	7.4 Электробезопасность
Приложение ДГ Сопоставление структуры настоящего стандарта со структурой примененного в нем международного стандарта	8 Видимые функциональные повреждения

Окончание таблицы ДГ.1

Структура настоящего стандарта	Структура международного стандарта МЭК 61215-1:2021
Библиография	9 Протокол испытаний
	10 Модификации
	11 Последовательность испытаний
	Приложение А Изменения по сравнению с предыдущей редакцией
	Библиография
Примечание — После заголовков разделов (подразделов) настоящего стандарта приведены в скобках номера аналогичных им разделов (подразделов, пунктов) международного стандарта.	

Библиография

[1] МЭК 61215-1-1:2021 Модули наземные фотоэлектрические. Оценка соответствия техническим требованиям. Часть 1-1. Специальные требования к испытаниям фотоэлектрических модулей на основе кристаллического кремния [Terrestrial photovoltaic (PV) modules — Design qualification and type approval — Part 1-1: Special requirements for testing of crystalline silicon photovoltaic (PV) modules]

[2] МЭК 61215-1-2:2022 Модули наземные фотоэлектрические. Оценка соответствия техническим требованиям. Часть 1-2. Специальные требования к испытаниям фотоэлектрических тонкопленочных модулей на основе теллурида кадмия (CdTe) [Terrestrial photovoltaic (PV) modules — Design qualification and type approval — Part 1-2: Special requirements for testing of thin-film Cadmium Telluride (CdTe) based photovoltaic (PV) modules]

[3] МЭК 62108:2022 Модули фотоэлектрические концентраторные (CPV) и узлы в сборе. Оценка конструкции и одобрение типа продукции [Concentrator photovoltaic (CPV) modules and assemblies — Design qualification and type approval]

[4] IEC/TS 63126:2020 Руководящие указания по оценке фотоэлектрических модулей, компонентов и материалов для эксплуатации при высоких температурах (Guidelines for qualifying PV modules, components and materials for operation at high temperatures)

[5] МЭК 62506:2013 Методы ускоренных испытаний изделий (Methods for product accelerated testing)

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

[7] *МЭК 60904-8-1:2017* *Приборы фотоэлектрические. Часть 8-1. Измерение спектральной чувствительности многопереходных фотоэлектрических приборов [Photovoltaic devices — Part 8-1: Measurement of spectral responsivity of multi-junction photovoltaic (PV) devices]*

[8] *IEC TS 61836:2016* *Системы фотоэлектрические. Термины, определения и символы (Solar photovoltaic energy systems — Terms, definitions and symbols)*

[9] *МЭК 60050 (все части)* *Международный электротехнический словарь (International electrotechnical vocabulary)*

[10] *VIM* *Международный словарь по метрологии. Основные и общие понятия и соответствующие термины [International vocabulary of metrology — Basic and general concepts and associated terms (VIM)]*

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

[12] *Федеральный закон от 26 июня 2008 г. № 102-ФЗ «Об Обеспечении единства измерений»*

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

[14] *IEC/TS 62804-2:2022* *Модули фотоэлектрические. Испытания на деградацию, вызванную высоким напряжением. Часть 2. Тонкие пленки [Photovoltaic (PV) modules — Test methods for the detection of potential-induced degradation — Part 2: Thin-film]*

[15] *IEC/TS 62915:2018* *Модули фотоэлектрические. Утверждение типа, конструкция и квалификация по безопасности. Проведение повторных испытаний [Photovoltaic (PV) modules — Type approval, design and safety qualification — Retesting]*

УДК 697.329:006.354 ОКС 27.160

Ключевые слова: модули фотоэлектрические наземные, плоские фотоэлектрические модули, технические требования, требования к испытаниям

Редактор *Н.В. Таланова*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *Р.А. Ментова*
Компьютерная верстка *Е.О. Асташина*

Сдано в набор 10.01.2023. Подписано в печать 24.01.2023. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 4,18. Уч.-изд. л. 3,78.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Создано в единичном исполнении в ФГБУ «Институт стандартизации»
для комплектования Федерального информационного фонда стандартов,
117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.

gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru