МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СОВЕТ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ, МЕТРОЛОГИИ И СЕРТИФИКАЦИИ
(МГС)
INTERSTATE COUNCIL FOR STANDARDIZATION, METROLOGY AND CERTIFICATION
(ISC)

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

ГОСТ 35322.1— 2025

МОДУЛИ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ

Оценка соответствия техническим требованиям

Часть 1

Требования к испытаниям

(IEC 61215-1:2021, NEQ)

Издание официальное

Москва
Российский институт стандартизации
2025

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

Цели, основные принципы и общие правила проведения работ по межгосударственной стандартизации установлены ГОСТ 1.0 «Межгосударственная система стандартизации. Основные положения» и ГОСТ 1.2 «Межгосударственная система стандартизации. Стандарты межгосударственные, правила и рекомендации по межгосударственной стандартизации. Правила разработки, принятия, обновления и отмены»

Сведения о стандарте

1 РАЗРАБОТАН Обществом с ограниченной ответственностью «ВИЭСХ-ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ» (ООО «ВИЭСХ-ВИЭ»)

2 ВНЕСЕН Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии

3 ПРИНЯТ Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол от 31 октября 2025 г. № 190-П)

За принятие проголосовали:

Краткое наименование страны по МК (ИСО 3166) 004—97	Код страны по МК (ИСО 3166) 004—97	Сокращенное наименование национального органа по стандартизации
Армения	AM	ЗАО «Национальный орган по стандартизации и метрологии» Республики Армения
Беларусь	BY	Госстандарт Республики Беларусь
Киргизия	KG	Кыргызстандарт
Россия	RU	Росстандарт
Узбекистан	UZ	Узбекское агентство по техническому регулированию

4 Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 31 октября 2025 г. № 1312-ст межгосударственный стандарт ГОСТ 35322.1—2025 введен в действие в качестве национального стандарта Российской Федерации с 10 декабря 2025 г.

5 Настоящий стандарт разработан с учетом основных нормативных положений международного стандарта IEC 61215-1:2021 «Модули фотоэлектрические наземные. Оценка соответствия техническим требованиям. Часть 1. Требования к испытаниям» [«Terrestrial photovoltaic (PV) modules — Design qualification and type approval — Part 1: Test requirements», NEQ]

6 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Информация о введении в действие (прекращении действия) настоящего стандарта и изменений к нему на территории указанных выше государств публикуется в указателях национальных стандартов, издаваемых в этих государствах, а также в сети Интернет на сайтах соответствующих национальных органов по стандартизации.

В случае пересмотра, изменения или отмены настоящего стандарта соответствующая информация будет опубликована на официальном интернет-сайте Межгосударственного совета по стандартизации, метрологии и сертификации в каталоге «Межгосударственные стандарты»

© IEC, 2021
© Оформление. ФГБУ «Институт стандартизации», 2025

В Российской Федерации 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 7
5 Отбор образцов 13
6 Требования к маркировке и документации 16
6.1 Маркировка 16
6.2 Знаки и надписи 18
6.3 Документация 19
7 Оценка результатов испытаний 22
7.1 Общие требования 22
7.2 Требования к выходным параметрам 23
8 Видимые функциональные повреждения 27
9 Протокол испытаний 27
10 Подтверждение соответствия техническим требованиям при изменении конструкции, материалов, компонентов, технологии изготовления или обработки испытанных фотоэлектрических модулей 29
Приложение А (справочное) Обозначения методов испытаний плоских наземных фотоэлектрических модулей, принятые в Международной электротехнической комиссии 30
Приложение Б (справочное) Знаки 32
Библиография 33

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

МОДУЛИ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ

Оценка соответствия техническим требованиям

Часть 1

Требования к испытаниям

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

Дата введения — 2025—12—10

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 35322.2. Специальные требования для фотоэлектрических модулей, изготовленных по разным технологиям, установлены в ГОСТ 35322.1.1, ГОСТ 35322.1.3 и ГОСТ 35322.1.4 (см. также [1]).

Стандарт применим к плоским фотоэлектрическим модулям (приемникам излучения), предназначенным для работы при концентрированном излучении со степенью концентрации не более трех. Однако для таких фотоэлектрических модулей испытаний по настоящему стандарту, ГОСТ 35322.2, а также ГОСТ 35322.1.1, ГОСТ 35322.1.3 или ГОСТ 35322.1.4 (см. также [1]) может быть недостаточно. 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 устройств с концентраторами, в том числе фотоэлектрических модулей (приемников излучения), см. [2].

Стандарт распространяется на фотоэлектрическую часть интегрированных фотоэлектрических модулей, в том числе фотоэлектрических модулей, интегрированных с конструкциями зданий, если она плоская. Он также применим для оценки фотоэлектрических характеристик и свойств интегрированных фотоэлектрических модулей с плоской фотоэлектрической частью в целом. При этом в программу испытаний на подтверждение соответствия интегрированных фотоэлектрических модулей техническим требованиям также входят все испытания, обязательные для конструкции, с которой интегрирован фотоэлектрический модуль.

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

Фактический срок службы фотоэлектрических модулей, удовлетворяющих требованиям настоящего стандарта и ГОСТ 35322.2, а также ГОСТ 35322.1.1, ГОСТ 35322.1.3 и ГОСТ 35322.1.4 (см. также [1]) , зависит от их конструкции, окружающей среды и условий их работы. Результаты испытаний не являются количественным прогнозом срока службы фотоэлектрического модуля.

Издание официальное

Результаты испытаний по стандартам серии на оценку соответствия техническим требованиям не предназначены для определения срока службы фотоэлектрических модулей, т. к. фактический срок службы фотоэлектрических модулей зависит от их конструкции и установки, окружающей среды и условий работы.

Методы испытаний, установленные в настоящем стандарте, в ГОСТ 35322.2, а также ГОСТ 35322.1.1, ГОСТ 35322.1.3 и ГОСТ 35322.1.4 (см. также [1]), также следует использовать при определении отдельных характеристик и оценки свойств фотоэлектрических модулей. В том числе в процессе изготовления в последовательности, определяемой технологией изготовления и условиями производства, а также для контроля состояния и характеристик фотоэлектрических модулей в процессе эксплуатации.

Испытания по настоящему стандарту могут проводиться совместно с испытаниями на соответствие требованиям безопасности с одним и тем же набором образцов (см. [3] и [4]).

Если фотоэлектрические модули предназначены для специальных условий эксплуатации, для подтверждения соответствия техническим требованиям они должны пройти соответствующие дополнительные испытания. Например, испытание на стойкость к воздействию аммиака для эксплуатации вблизи животноводческих, птицеводческих комплексов и т. п., испытание на коррозию в солевом тумане при эксплуатации на побережье и в море и т. д. В протокол испытаний должны быть внесены данные о проведении и результатах таких испытаний.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 12.1.009 Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Термины и определения

ГОСТ 12.4.026—2015 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 18311 Изделия электротехнические. Термины и определения основных понятий

ГОСТ 30630.0.0 Методы испытаний на стойкость к внешним воздействующим факторам машин, приборов и других технических изделий. Общие требования

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

ГОСТ 34999 Стекло для защитных покрытий фотоэлектрических модулей. Общие технические условия

ГОСТ 35322.1.1 Модули фотоэлектрические. Оценка соответствия техническим требованиям. Часть 1.1. Специальные требования к испытаниям фотоэлектрических модулей на основе кристаллического кремния

ГОСТ 35322.1.3 Модули фотоэлектрические. Оценка соответствия техническим требованиям. Часть 1.3. Специальные требования к испытаниям тонкопленочных фотоэлектрических модулей на основе аморфного кремния

ГОСТ 35322.1.4 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 35322.2—2025 Модули фотоэлектрические. Оценка соответствия техническим требованиям. Часть 2. Методы испытаний

ГОСТ IEC 60050-300 Международный электротехнический словарь. Электрические и электронные измерения и измерительные приборы. Часть 311. Общие термины, относящиеся к измерениям. Часть 312. Общие термины, относящиеся к электрическим измерениям. Часть 313. Типы электрических приборов. Часть 314. Специальные термины, соответствующие типу прибора

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

ГОСТ IEC 61140—2012[1)] Защита от поражения электрическим током. Общие положения безопасности установок и оборудования

[1)] В Российской Федерации действует ГОСТ Р 58698—2019 (МЭК 61140:2016) «Защита от поражения электрическим током. Общие положения для электроустановок и электрооборудования».

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

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов и классификаторов на официальном интернет-сайте Межгосударственного совета по стандартизации, метрологии и сертификации (gost.e-ecolog.ru по указателям национальных стандартов, издаваемым в государствах, указанных в предисловии, или на официальных сайтах соответствующих национальных органов по стандартизации. Если на документ дана недатированная ссылка, то следует использовать документ, действующий на текущий момент, с учетом всех внесенных в него изменений. Если заменен ссылочный документ, на который дана датированная ссылка, то следует использовать указанную версию этого документа. Если после принятия настоящего стандарта в ссылочный документ, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение применяется без учета данного изменения. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины по ГОСТ 12.1.009, ГОСТ 18311, ГОСТ 30630.0.0, ГОСТ IEC 60050-300, ГОСТ IEC 61140, [3], [5] — [7], а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **фотоэлектрический модуль** (photovoltaic module, PV module): Устройство, конструктивно объединяющее в одной общей оболочке электрически соединенные между собой фотоэлектрические элементы, защищенное от окружающей среды и допускающее испытания и эксплуатацию в качестве независимой конструкционной единицы.

3.2 **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.

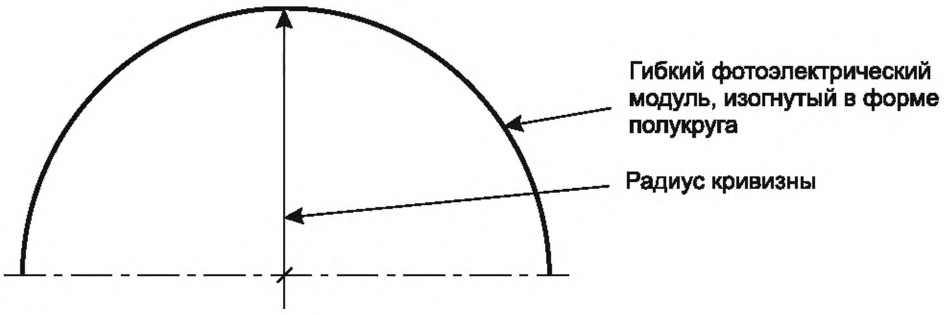

Рисунок 1 — Схема оценки радиуса кривизны гибкого фотоэлектрического модуля

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

3.4 **фотоэлектрический модуль, интегрированный с конструкцией или элементом здания** (building-integrated photovoltaic module, BIPV module): Фотоэлектрический модуль, являющийся одновременно конструкцией или элементом здания, т. е. представляющий собой единое целое с конструкцией или элементом здания и выполняющий как функции фотоэлектрического модуля, так и функции этой конструкции/элемента здания.

Примечание — Когда речь идет о фотоэлектрических модулях, интегрированных с конструкцией или элементом здания, как правило, используют сокращенный термин «интегрированный фотоэлектрический модуль». Далее по тексту для простоты восприятия также используется сокращенный термин «интегрированный фотоэлектрический модуль». В общем случае термин «интегрированный фотоэлектрический модуль» является более широким: фотоэлектрические модули могут быть интегрированы не только в здания (с конструкциями и элементами зданий). Например, в другие объекты строительства, в транспортные средства и т. д.

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

Примечания

1 Фотоэлектрический модуль большой площади превышает 2,2 м в длину или ширину или как в длину, так и в ширину превышает 1,5 м (т. е. модуль размером 3 × 0,3 м считается большой площади, как и модуль размером 2,2 × 2,2 м).

2 На измерение вольт-амперных характеристик (ВАХ) и определение максимальной мощности фотоэлектрических модулей большой площади не распространяются требования к пространственной однородности излучения имитатора класса А, установленные в ГОСТ 35322.2—2025, подраздел 4.2.

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

4 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.

3.6 **лицевая сторона фотоэлектрического модуля** (photovoltaic module front side): Сторона фотоэлектрического модуля, указанная изготовителем как лицевая сторона, то есть сторона, которая должна быть обращена к Солнцу.

Примечание — Если нигде не указано, для двусторонних фотоэлектрических модулей лицевой стороной является сторона с более высокой максимальной мощностью при стандартных условиях испытаний.

3.7 **тыльная сторона фотоэлектрического модуля** (photovoltaic module back side): Сторона фотоэлектрического модуля, указанная изготовителем как тыльная сторона, то есть сторона, противоположная лицевой стороне.

Примечание — Если нигде не указано, для двусторонних фотоэлектрических модулей лицевой стороной является сторона с более низкой максимальной мощностью при стандартных условиях испытаний.

3.8 **рабочая поверхность фотоэлектрического модуля** (photovoltaic module active surface): Поверхность фотоэлектрического модуля, на которую поступает солнечное излучение, преобразуемое в электрическую энергию.

Примечания

1 Односторонние фотоэлектрические модули имеют одну рабочую поверхность на лицевой стороне модуля, двусторонние — две, на лицевой и тыльной стороне модуля.

2 Рабочую поверхность фотоэлектрического модуля также называют воспринимающей или активной.

3.9 **ламинат** (laminate): Многослойная конструкция, состоящая из скоммутированных фотоэлектрических элементов, лицевого и тыльного покрытий и материала-заполнителя, изготовленная методом термокомпрессионного прессования.

Примечание — Ламинат включает в себя все компоненты модуля до установки коммутационной коробки, рамы (в зависимости от конечной конструкции) и т. п.

3.10 **защитное покрытие** (protective sheet): Компонент фотоэлектрического модуля, представляющий собой наружный слой (слои) материала, расположенный(ые) с лицевой и тыльной стороны фотоэлектрических элементов (фотоактивных слоев), полностью закрывающий все фотоэлектрические элементы (фотоактивные слои), их соединения и другие внутренние функциональные части фотоэлектрического модуля, защищая их от внешних воздействий.

3.11 **лицевое покрытие** (frontsheet): Размещенный на лицевой стороне фотоэлектрического модуля оптически прозрачный внешний слой однородного или многослойного материала, предназначенный для защиты фотоэлектрических элементов и других внутренних токоведущих частей фотоэлектриче-

ского модуля от внешних воздействий (климатических, механических и т. п.), а также для электрической изоляции.

3.12 **тыльное покрытие** (backsheet): Размещенный на тыльной стороне фотоэлектрического модуля внешний слой однородного или многослойного материала, предназначенный для защиты фотоэлектрических элементов и других внутренних токоведущих частей фотоэлектрического модуля от внешних воздействий (климатических, механических и т. п.), а также для электрической изоляции.

Примечание — У двусторонних фотоэлектрических модулей тыльное покрытие также оптически прозрачно.

3.13 **материал-заполнитель** (encapsulant): Промежуточные слои (или слой) оптически прозрачного изоляционного материала, соединяющие лицевое и тыльное покрытия с фотоэлектрическими элементами и другими внутренними токоведущими частями фотоэлектрического модуля.

3.14 **непроницаемое соединение** (cemented joint): Прочное, неразъемное соединение двух компонентов из сплошных изоляционных материалов таким образом, что соединенные компоненты и материал, их соединяющий (при его наличии), можно рассматривать по всей плоскости соединения как сплошную изоляцию без протекания токов утечки на границах раздела материалов.

3.15 **коммутационная коробка фотоэлектрического модуля** (photovoltaic module junction box): Коммутационная коробка, установленная на фотоэлектрическом модуле и обеспечивающая соединение внутренних цепей фотоэлектрического модуля с внешними цепями, а также защиту этих соединений от воздействия внешней среды и защиту от прикосновения к токоведущим частям.

3.16 **электрический соединитель** (electrical connector, connector): Электротехническое устройство, предназначенное для механического соединения и разъединения электрических цепей, состоящее из двух и более частей (например, вилки и розетки), образующих контактное соединение.

3.17 **шунтирующий диод** (bypass diode): Диод, установленный по направлению тока параллельно одному или нескольким последовательно соединенным фотоэлектрическим элементам в фотоэлектрическом модуле или одному или нескольким последовательно соединенным фотоэлектрическим модулям и обеспечивающий обход током разрыва цепи, поврежденных и затененных фотоэлектрических элементов или фотоэлектрических модулей.

3.18 **блокирующий диод** (blocking diode): Диод, установленный последовательно с соединением фотоэлектрических элементов фотоэлектрическим модулем, соединением нескольких модулей или фотоэлектрической батареей для предотвращения обратного тока и защиты при повреждении изоляции.

3.19 **фотоэлектрическая батарея** (photovoltaic array, PV array): Комплекс взаимосвязанных устройств, преобразующий солнечную энергию в электрическую энергию с помощью прямого преобразования, состоящий из соединенных между собой фотоэлектрических модулей, а также компонентов, обеспечивающих электрические и механические соединения внутри батареи и с внешними устройствами/конструкциями, компонентов защиты, коммутации и компонентов, обеспечивающих повышение эффективности преобразования солнечной энергии.

Примечания

1 Под фотоэлектрической батареей (ФБ) понимают все ее составляющие до входных зажимов постоянного тока соединенного с ней внешнего оборудования, например инвертора. Границей ФБ считается выходная сторона отключающего устройства ФБ, если оно совмещено с внешним оборудованием или установлено в общем распределительном щите, или точка соединения с входными зажимами постоянного тока внешнего оборудования.

2 Состав ФБ, возможные схемы соединений фотоэлектрических модулей в батарее и варианты схем ФБ см., например, [5].

3.20 **фотоэлектрическая система** (photovoltaic system, PV system): Система, преобразующая солнечную энергию в электрическую с помощью прямого преобразования и использующая ее для частичного или полного покрытия электрических нагрузок потребителя и/или передачи ее в электрическую сеть.

3.21 **номинальная мощность фотоэлектрического модуля** (power rating of PV module): Средняя максимальная мощность фотоэлектрического модуля при стандартных условиях испытаний.

Примечание — Аналогично определяют номинальную мощность фотоэлектрического элемента и фотоэлектрической батареи.

3.22 **номинальное напряжение постоянного тока фотоэлектрической системы** (rated system voltage): Напряжение постоянного тока фотоэлектрической системы при нормальном режиме работы, указанное изготовителем.

Примечание — В технической документации фотоэлектрического модуля указывают максимальное номинальное напряжение постоянного тока фотоэлектрической системы, в которую может быть установлен фотоэлектрический модуль, и которое является предельно допустимым напряжением для данных фотоэлектрических модулей при нормальном режиме работы. Относительно этого максимального значения рассчитана изоляция фотоэлектрического модуля.

3.23 **стандартные условия испытаний** (фотоэлектрических приборов); СУИ (Standard Test Conditions): Условия испытаний фотоэлектрических приборов при односторонней освещенности, при которых суммарная энергетическая освещенность рабочей поверхности (1000 ± 100) Вт/м^2; температура элемента (25 ± 2) °С; спектральный состав АМ 1,5, энергетическая освещенность тыльной поверхности отсутствует.

Примечания

1 Для фотоэлектрических модулей, работающих при концентрированном излучении, используют прямую энергетическую освещенность.

2 Все стандартизированные условия испытаний фотоэлектрических модулей приведены в ГОСТ 35322.2—2025, приложение Б.

3 Стандартную спектральную плотность энергетической освещенности наземного солнечного излучения, когда спектральное распределение излучения соответствует атмосферной массе полтора (спектральный состав АМ 1.5), определяют по [8].

3.24 **условия низкой освещенности**; УНО (Low Irradiance Condition): Условия испытаний фотоэлектрических приборов при односторонней освещенности, при которых суммарная энергетическая освещенность на рабочей поверхности (200 ± 20) Вт/м^2; температура элемента (25 ± 2) °С; спектральный состав АМ 1,5, энергетическая освещенность тыльной поверхности отсутствует.

3.25 **коэффициент двусторонности** (фотоэлектрического модуля) (bifaciality coefficient): Отношение значения параметра вольт-амперной характеристики двустороннего фотоэлектрического модуля в стандартных условиях испытаний при поступлении излучения на тыльную рабочую поверхность к значению этого параметра при поступлении излучения на лицевую рабочую поверхность.

Примечания

1 Для двусторонних фотоэлектрических модулей определяют коэффициент двусторонности по току короткого замыкания $\varphi_{I_{к.з}}$, коэффициент двусторонности по напряжению холостого хода $\varphi_{U_{х.х}}$ и коэффициент двусторонности по максимальной мощности $\varphi_{P_{max}}$.

2 Коэффициенты двусторонности подробно см. в [9], подраздел 6.2, а также ГОСТ 35322.2—2025, пункт 4.2.1.

3 Коэффициент двусторонности либо является безразмерной величиной, либо его выражают в процентах (при умножении указанного соотношения на 100 %).

3.26 **стандартные условия двусторонней освещенности** (bifacial nameplate irradiance conditions): Условия испытаний фотоэлектрических приборов, при которых суммарная энергетическая освещенность лицевой рабочей поверхности (1000 ± 100) Вт/м^2; суммарная энергетическая освещенность тыльной рабочей поверхности (135 ± 13,5) Вт/м^2; температура элемента (25 ± 2) °С; спектральный состав АМ 1,5.

Примечания

1 Методы создания указанных уровней энергетической освещенности лицевой и тыльной поверхностей двустороннего фотоэлектрического модуля см. в [9].

2 Если нет возможности обеспечить указанную энергетическую освещенность с двух сторон, допускается использовать одностороннее освещение с лицевой стороны. Значение такой односторонней энергетической освещенности определяют по формуле

$$E_{BNPI} = 1000 + 135\ \varphi_{I_{к.з}}. \quad (1)$$

3.27 **условия повышенной двусторонней освещенности** (bifacial stress irradiance conditions): Условия испытаний фотоэлектрических приборов, при которых суммарная энергетическая освещенность лицевой рабочей поверхности (1000 ± 100) Вт/м^2; суммарная энергетическая освещенность тыльной рабочей поверхности (300 ± 30) Вт/м^2; температура элемента (25 ± 2) °С; спектральный состав АМ 1,5.

Примечания

1 Методы создания указанных уровней энергетической освещенности лицевой и тыльной поверхностей двустороннего фотоэлектрического модуля см. в [9].

2 Если нет возможности обеспечить указанную энергетическую освещенность с двух сторон, допускается использовать одностороннее освещение с лицевой стороны. Значение такой односторонней энергетической освещенности определяют по формуле

$$E_{BSI} = 1000 + 300\ \varphi_{I_{к.з}}. \quad (2)$$

4 Порядок проведения испытаний

Порядок проведения испытаний для подтверждения соответствия фотоэлектрических модулей техническим требованиям показан на рисунке 2. Методы испытаний установлены в ГОСТ 35322.2.

Примечание — Обозначения методов испытаний на соответствие техническим требованиям и требованиям безопасности, принятые в Международной электротехнической комиссии, приведены в приложении А.

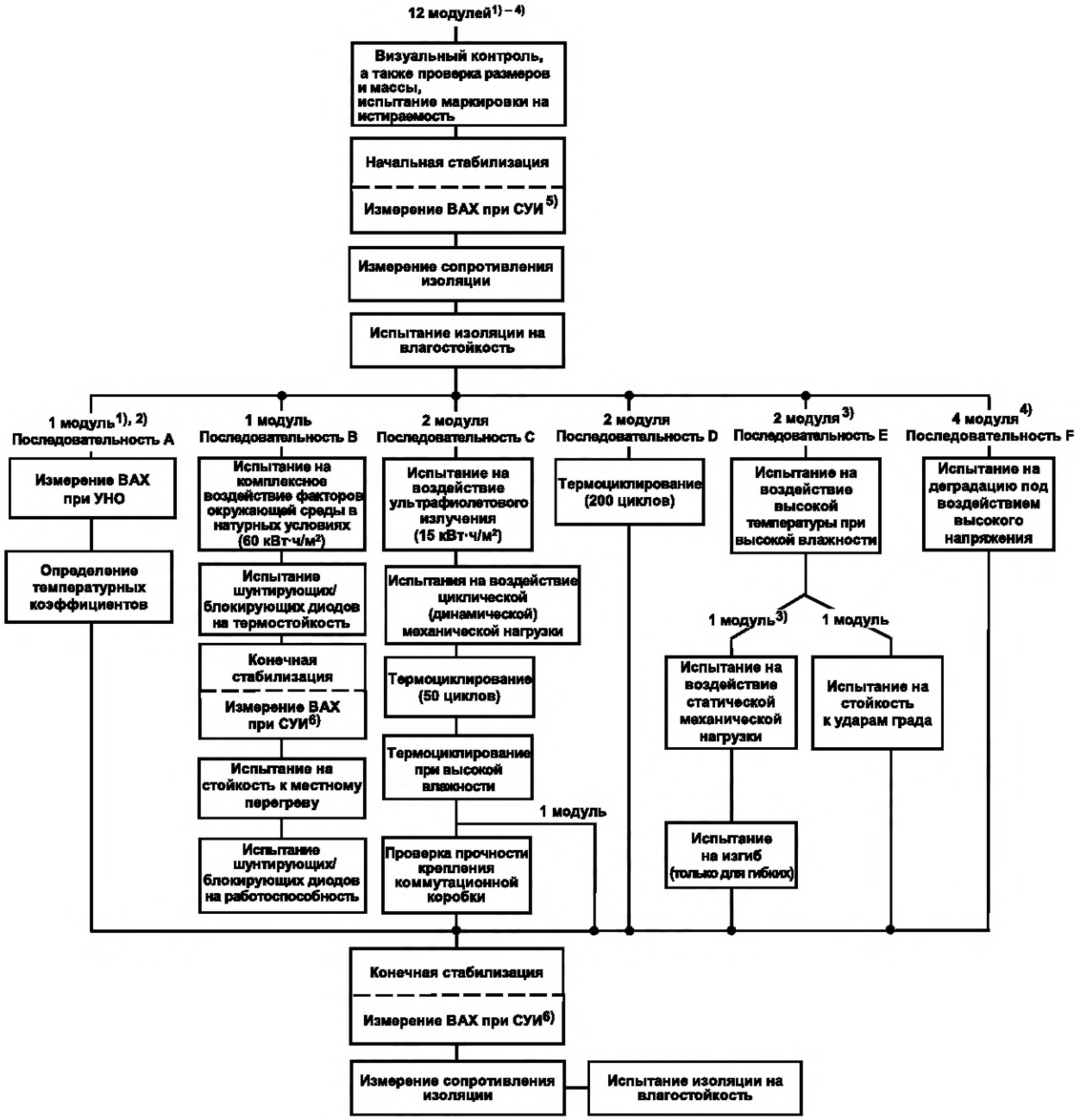

Рисунок 2 — Порядок проведения испытаний плоских наземных фотоэлектрических модулей на соответствие техническим требованиям, лист 1

[1] Для испытаний по последовательности А необходимо от одного до семи фотоэлектрических 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 В—F, проводят одновременно, достаточно одного модуля;
- если заключительные испытания образцов, испытанных по последовательностям С—F, проводят не одновременно, для каждых проводимых отдельно заключительных испытаний необходим отдельный модуль.

[2] Фотоэлектрические модули, на которых проверяли альтернативный способ стабилизации, если такая проверка проводилась.

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

[4] Если изготовителем фотоэлектрических модулей указана одна полярность подключения, испытывают два модуля.

[5] Для двусторонних фотоэлектрических модулей две ВАХ при СУИ: с лицевой и тыльной стороны, и ВАХ в стандартных условиях двусторонней освещенности.

[6] Для двусторонних фотоэлектрических модулей — при стандартных условиях двусторонней освещенности.

Примечания

1 Указано минимально необходимое количество испытуемых образцов, т. е. когда испытуемые образцы имеют один вариант исполнения, комплектации, способа установки и пр. Условия, при которых требуется большее количество образцов, см. в разделе 5.

2 Не показаны обязательные испытания компонентов (см. таблицу 1).

Рисунок 2, лист 2

Для оценки влияния некоторых механизмов долгосрочной деградации на испытуемые фотоэлектрические модули достаточно провести испытания компонентов модуля, а не модуля целиком. Испытания компонентов, являющиеся обязательной частью испытаний на подтверждение соответствия техническим требованиям, приведены в таблице 1. По каждому из испытаний в протоколе испытаний помимо результатов должны быть указаны название испытательной лаборатории и дата проведения испытания. Испытания проходят все варианты коммутационных коробок и электрических соединителей, которые могут быть установлены на испытуемых фотоэлектрических модулях. Допускается использовать результаты проведенных ранее испытаний, если они были выполнены в соответствии с требованиями таблицы 1.

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

Компонент	Испытания
Коммутационные коробки	Испытания надежности закрепления кабелей и проводов по 5.3.19 [10][1)]
Электрические соединители	Испытания надежности закрепления кабелей и проводов по 6.3.15 [11][2)]. Испытания соединителей должны быть проведены с кабелем того же размера и типа, что и в испытуемых фотоэлектрических модулях

При испытаниях фотоэлектрических модулей с многопереходными фотоэлектрическими элементами в испытания следует внести коррективы, учитывающие отличия испытаний таких модулей (см. [12], [13]).

Испытания плоских фотоэлектрических модулей (приемников излучения), предназначенных для работы при концентрированном излучении со степенью концентрации не более трех, следует проводить при значениях тока, напряжения и мощности, ожидаемых при максимальной концентрации, на которую они рассчитаны.

[1)] В Российской Федерации действует ГОСТ Р 56981—2016 (МЭК 62790:2014) «Модули фотоэлектрические. Коммутационные коробки. Требования безопасности и испытания», в котором это испытание установлено в 5.3.12.

[2)] В Российской Федерации действует ГОСТ Р 57230—2016 (МЭК 62852:2014) «Системы фотоэлектрические. Соединители постоянного тока. Классификация, требования к конструкции и методы испытаний», в котором это испытание установлено в 9.4.8.

Примечание — Методы испытаний для подтверждения соответствия техническим требованиям фотоэлектрических устройств с концентраторами, в том числе фотоэлектрических модулей — приемников излучения, см. также в [2].

Для выявления нарушений и дефектов, которые сложно обнаружить или не достаточно хорошо выявляются при визуальном контроле, рекомендуется проводить электролюминесцентный контроль (см. [14]) при общих начальных и заключительных испытаниях, а также после испытаний на воздействие внешних факторов, особенно испытаний на механические воздействия. Также для этих целей может быть использован тепловизионный контроль (см. [15]). Требования к испытательному току и данные о выявляемых дефектах при этих вариантах контроля приведены в ГОСТ 35322.2—2025, пункт 4.17.5.

Если предполагается проводить стабилизацию по альтернативному методу и это допустимо для фотоэлектрических модулей данного типа по ГОСТ 35322.1.1, ГОСТ 35322.1.3 или ГОСТ 35322.1.4 (см. также [1]), до проведения начальной стабилизации выполняют проверку применимости альтернативного метода стабилизации на трех фотоэлектрических модулях (см. ГОСТ 35322.2—2025, пункт 3.3.2).

Примечание — Стабилизацию состояния испытуемого образца оценивают по изменению его максимальной мощности.

Если в процессе стабилизации измерение ВАХ проводят при СУИ, то для односторонних испытуемых образцов последующее отдельное измерение ВАХ при СУИ не обязательно. В этом случае для оценки выполнения требований к выходным параметрам, указанным в 7.2, используют значения, полученные по последней ВАХ, измеренной в процессе стабилизации. Если после стабилизации проводят отдельное измерение ВАХ при СУИ, то для оценки выполнения требований 7.2 используют значения, полученные по этой ВАХ. Для двусторонних испытуемых образцов, если в процессе стабилизации измерение ВАХ проводят при СУИ, при последующем отдельном измерении ВАХ достаточно измерять ВАХ при СУИ на тыльной стороне испытуемых образцов.

По ВАХ при СУИ после начальной стабилизации (для двусторонних испытуемых образцов также при стандартных условиях двусторонней освещенности) проверяют соответствие значений параметров, указанных в 6.1, перечисления ж)—л), значениям этих параметров, указанным изготовителем на паспортной табличке и в технической документации. Должны выполняться требования 7.2.1, в противном случае см. 7.1. Значение максимальной мощности при СУИ, определенное по этой ВАХ (для двусторонних образцов — по ВАХ при стандартных условиях двусторонней освещенности), используют для оценки результатов последующих испытаний и результатов испытаний в целом (см. 7.2.2 и 7.1). Также для такой оценки двусторонних испытуемых образцов необходимо определять коэффициенты двусторонности, если это указано в процедуре конкретного испытания.

Примечание — Далее в этом разделе везде, где идет речь об измерении ВАХ при СУИ после начальных испытаний, для двусторонних фотоэлектрических модулей измеряют ВАХ при стандартных условиях двусторонней освещенности. После испытания на деградацию при высоком напряжении у двусторонних образцов измеряют также ВАХ при СУИ с обеих сторон.

В процессе выполнения всей программы испытаний для измерения ВАХ рекомендуется использовать один и тот же имитатор солнечного излучения. Также рекомендуется использовать один и тот же имитатор солнечного излучения непрерывного действия для световой экспозиции при стабилизации. Если используют разные имитаторы, это должно быть отмечено в протоколе испытаний и должна быть приведена информация о различиях имитаторов, позволяющая обеспечить сопоставимость результатов измерений и оценить их точность.

Если стабилизацию проводят с помощью альтернативного способа, для испытаний по последовательности А используют образцы, на которых проводили проверку альтернативного способа.

Испытания по последовательности А допускается проводить в любом порядке. Измерение ВАХ односторонних фотоэлектрических модулей при УНО может быть пропущено, если ВАХ испытуемых образцов при УНО были получены ранее при измерениях по стандартной методике определения рабочих характеристик и энергетической оценки (см. [16]). В этом случае в протоколе испытаний приводят ВАХ при УНО, измеренную по указанной методике, и сведения о проведении измерений. Двусторонние фотоэлектрические модули должны проходить оба испытания по последовательности А.

Испытуемые образцы, прошедшие испытания по последовательности А, используют в качестве контрольных при заключительных испытаниях образцов, прошедших испытания по последовательностям С—F и первые два испытания по последовательности В (см. рисунок 2).

Если все образцы, испытанные по последовательностям C—F, проходят конечную стабилизацию и заключительные испытания одновременно, для них необходим один контрольный образец, и по последовательности A испытывают два образца, как показано на рисунке 2. Допускается конечную стабилизацию и заключительные испытания образцов, испытанных по последовательностям C—F, проводить 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, прошедший испытания по последовательности A.

Для оценки стойкости испытуемых фотоэлектрических модулей к местному перегреву вместо всех испытаний по последовательности B допускается отдельно выполнить испытание на стойкость к местному перегреву и последующее испытание шунтирующих/блокирующих диодов на работоспособность с отдельным испытуемым образцом, прошедшим все начальные испытания. В этом случае конечную стабилизацию и измерение ВАХ при СУИ, показанные на рисунке 2 в последовательности B, можно проводить вместе с конечной стабилизацией и измерением ВАХ при СУИ образцов, испытанных по последовательностям C—F. Если конечную стабилизацию и заключительные испытания всех указанных образцов проводят одновременно, используют один контрольный образец и для испытания по последовательности A достаточно одного фотоэлектрического модуля.

Каждый метод испытаний в настоящем стандарте изложен как отдельное законченное испытание с одинаковыми начальными испытаниями. Если согласно рисунку 2 с образцами, прошедшими испытание, сразу проводят заключительные испытания всей программы испытаний, то из заключительных испытаний данного испытания выполняют только визуальный контроль по 4.1, после чего с ними выполняют заключительные испытания всей программы испытаний (за исключением испытания на деградацию под воздействием высокого напряжения, см. ГОСТ 35322.2—2025, пункт 4.18.5).

Если для испытуемых образцов согласно технической документации допустима только одна полярность заземления, то испытание по последовательности F проходят только два образца, остальные два образца проходят только начальные испытания и в дальнейшей программе испытаний не участвуют.

После конечной стабилизации и измерения ВАХ при СУИ оценивают воспроизводимость максимальной мощности при СУИ и итоговое изменение максимальной мощности образцов при СУИ (см. 7.2.2).

Промежуточные контрольные измерения сопротивления изоляции после каждого испытания на воздействие внешних факторов между испытаниями в последовательностях B, C и E не обязательны.

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

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

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.

Условия испытаний приведены в таблице 2. По договоренности между испытательной лабораторией и изготовителем фотоэлектрических модулей испытания могут быть проведены при более жестких условиях.

Если фотоэлектрические модули предназначены для эксплуатации в условиях, в которых рабочая температура модулей будет превышать 70 °C с вероятностью 98 %, рекомендуется проводить испытания на воздействие внешних факторов при более высоких температурах (см. [17]). Для ускоренных испытаний установлены условия, воспроизводящие типичные отказы фотоэлектрических модулей без учета особенностей работы модулей конкретной конструкции в конкретных условиях. Рекомендуется корректировать условия ускоренных испытаний таким образом, чтобы обеспечить наиболее точный учет особенностей конструкции и условий эксплуатации испытуемых фотоэлектрических модулей (см. [18]).

Примечание — Эксплуатация в условиях, в которых рабочая температура фотоэлектрических модулей будет превышать 70 °С с вероятностью 98 %, может быть обусловлена как климатическими условиями на месте эксплуатации, так и конструкцией самих модулей и/или расположенными рядом с ними конструкциями, элементами (например, для ряда интегрированных фотоэлектрических модулей).

Таблица 2 — Условия испытаний плоских наземных 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 35322.2—2025, подраздел 3.2)
Измерение вольт-амперных характеристик:	Для односторонних фотоэлектрических модулей см. [19], для двусторонних — см. [9], для фотоэлектрических модулей с многопереходными фотоэлектрическими элементами см. [12].
при стандартных условиях испытаний (СУИ)	Энергетическая освещенность (1000 ± 100) Вт/м^2 с лицевой стороны, для двусторонних фотоэлектрических модулей также (135 ± 13,3) Вт/м^2 с тыльной стороны; температура элемента (25 ± 2) °С; спектральный состав АМ 1,5 (см. [8]).
при выбранных условиях по энергетической освещенности и температуре	При выбранных условиях по энергетической освещенности и температуре испытуемого образца [рекомендуется выбирать энергетическую освещенность в диапазоне от 700 до 1100 Вт/м^2 и температуру испытуемого образца в диапазоне от 25 °С до 50 °С (если вероятность того, что рабочая температуры испытуемых образцов на месте эксплуатации будет не больше 70 °С, составляет менее 98 %)]. В лабораторных условиях спектральный состав АМ 1,5 (см. [8]).
при условиях низкой энергетической освещенности (УНО)	Энергетическая освещенность (200 ± 20) Вт/м^2; температура элемента (25 ± 2) °С; спектральный состав АМ 1,5 (см. [8])
Измерение сопротивления изоляции	Температура окружающей среды (25 ± 10) °С, относительная влажность не более 75 %. Подача испытательного напряжения два раза. Первый раз в течение 1 мин, второй раз в течение 2 мин. Значение испытательного напряжения определяется максимальным номинальным напряжением постоянного тока фотоэлектрической системы, для установки в которую предназначены фотоэлектрические модули, их классом по способу защиты от поражения электрическим током и наличием непроницаемых соединений (см. ГОСТ 35322.2—2025, подраздел 4.3, таблица 1)
Определение температурных коэффициентов	По [20], используя [21] или экстраполяцию и интерполяцию для фотоэлектрических 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. Для двусторонних фотоэлектрических модулей энергетическая освещенность с лицевой стороны (1000 ± 100) Вт/м^2, с тыльной стороны — (300 ± 30) Вт/м^2 или эквивалентная

Продолжение таблицы 2

Испытание	Условия проведения испытания
Испытание на воздействие ультрафиолетового излучения	Температура образцов (60 ± 5) °С, сухие условия. Воздействие на лицевую поверхность. Диапазон длин волн от 280 до 400 нм. От 3 % до 5 % дозы приходится на диапазон длин волн от 280 до 320 нм. Суммарная накопленная доза не менее 15 кВт·ч/м^2. Для двусторонних фотоэлектрических модулей повторяют облучение с тыльной стороны
Термоциклирование	50 циклов (последовательность С) или 200 циклов (последовательность D); от минус 40 °С до плюс 85 °С; подача тока при T от минус 40 °С до плюс 80 °С; груз весом 5 Н, свисающий с коммутационной коробки. Значение тока определяют в процентах от $I_{mpp\ СУИ}$ или $I_{mpp\ BSI}$ в соответствии с технологией изготовления испытуемых образцов
Термоциклирование при высокой влажности	10 циклов: от минус 40 °С до плюс 85 °С; при 85 °С относительная влажность (85 ± 5) %. Подача испытательного тока в зависимости от технологии изготовления испытуемых образцов
Испытание на воздействие высокой температуры при высокой влажности	1000 ч: (85 ± 2) °С; относительная влажность (85 ± 5) %; груз весом 5 Н, свисающий с коммутационной коробки. Подача испытательного напряжения и тока в зависимости от технологии изготовления испытуемых образцов
Проверка прочности 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.
проверка прочности закрепления кабелей и проводов	Проверяют при испытаниях коммутационных коробок и электрических соединителей, если соединители установлены (см. таблицу 1)
Испытание изоляции на влагостойкость	Погружение в жидкость с температурой (22 ± 2) °С и удельным сопротивлением не более 35 Ом·м. 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 предназначены испытуемые образцы, 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 фотоэлектрических модулей, предназначенных для работы при пониженной механической нагрузке), или 2400 Па
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 $I_{к.з\ СУИ}$ и (75 ± 5) °С. 1 ч при 1,25$I_{к.з\ СУИ}$ и (75 ± 5) °С. Для двусторонних фотоэлектрических модулей испытательный ток равен 1,25$I_{к.з}$ в условиях повышенной двусторонней освещенности.
испытание шунтирующих/блокирующих диодов на работоспособность	Измерение напряжения при 25 °С и при 1,25$I_{к.з\ СУИ}$ или ВАХ при частичном затенении

Окончание таблицы 2

Испытание	Условия проведения испытания
Испытания на воздействие циклической (динамической) механической нагрузки	1000 циклов при 1000 Па
Испытания на деградацию, вызванную высоким напряжением	Используя методику оценки такой деградации для фотоэлектрических модулей на основе кристаллического кремния (см. [22], метод А), с дополнениями по ГОСТ 35322.1.1, ГОСТ 35322.1.3 и ГОСТ 35322.1.4 (см. также [1]). (85 ± 2) °С, относительная влажность (85 ± 3) %, 96 ч при максимальном номинальном напряжении постоянного тока фотоэлектрической системы, для установки в которой предназначены испытуемые образцы
Испытание на изгиб (только гибких фотоэлектрических 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 (гексановым растворителем)

Примечание — В стандартах серии на оценку соответствия техническим требованиям, для простоты изложения, индекс «мод.», указывающий на то, что параметр характеризует фотоэлектрические модули, не используется. Аналогичные индексы, указывающие на вид фотоэлектрического оборудования, стоят, только если параметр относится не к фотоэлектрическому модулю (например, $U_{DC\ ФЭС}$ — номинальным напряжением постоянного тока фотоэлектрической системы, для установки в которую предназначены фотоэлектрические модули).

Данные об изменении условий испытаний (факт изменения условий испытаний и сами условия испытаний) должны быть внесены в протокол испытаний.

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.

Испытательное и измерительное оборудование, а также средства измерений должны отвечать требованиям законодательств государств, принявших настоящий стандарт. В отношении всех технических средств, выполняющих функции измерения, должны выполняться все метрологические нормы и требования. Испытательное оборудование должно быть аттестовано в установленном порядке. Средства измерений должны быть поверены и/или откалиброваны в установленном порядке, соответствовать нормативной точности измерений. Испытательные лаборатории должны отвечать требованиям ГОСТ ISO/IEC 17025. Все результаты должны быть отражены в протоколе испытаний (см. раздел 9).

Если испытуемые 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, повышенной снеговой нагрузки и т. д.), они должны пройти соответствующие специальные испытания в дополнение к указанным на рисунке 2, подтверждающие применимость фотоэлектрических модулей в этих условиях (см., например, [23], [24] и т. д.), если такие испытания не были проведены ранее.

5 Отбор образцов

Для проведения испытаний из производственной партии или партий случайным образом отбирают не менее двенадцати фотоэлектрических модулей.

Примечание — Вместо некоторых из них могут быть использованы замещающие образцы, см. настоящий раздел далее, раздел 4 и описание испытаний в *ГОСТ 35322.2*.

Общее количество образцов, отбираемых для испытаний, определяется обязательным минимальным количеством образцов, необходимых для проведения испытаний (см. рисунок 2), количеством возможных вариантов материалов, компонентов и технологии изготовления, способами установки, осо-

бенностями применения, особенностями испытательной лаборатории, пожеланиями изготовителя, а также количеством используемых контрольных и замещающих образцов.

Если изготовитель сортирует фотоэлектрические модули по группам в зависимости от интервала значений номинальной мощности (см. [25]), для испытаний должно быть отобрано не менее двух модулей, номинальная мощность которых находится в нижнем, среднем и верхнем интервалах значений. 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 фотоэлектрических модулей по стандартам серии на оценку соответствия техническим требованиям могут быть распространены в последующем на указанные выше интервалы внутри интервала номинальной мощности, ограниченного предельными значениями номинальной мощности для всех испытуемых образцов, 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 B—F, для испытаний по последовательности A (контрольные образцы) необходимо от одного до семи образцов (см. раздел 4 и рисунок 2).

Результаты испытаний относятся только к той конструкции фотоэлектрических модулей, которая была у испытуемых образцов, с теми компонентами, которые были на них установлены. 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 с каждым вариантом и/или сочетанием вариантов должно быть отобрано и испытано не менее, чем указанное выше количество образцов (требования к количеству образцов, необходимому для проведения испытаний, см. также в [25]). Если указанные различные варианты относятся не к компонентам/материалам, входящим в состав ламината фотоэлектрического модуля или материалов коммутационной коробки, рам, герметиков и т. п., 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 электрических соединителей не требуют проведения испытаний фотоэлектрических модулей 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 должны соответствовать требованиям специальных стандартов на эти компоненты (например, ГОСТ 34999, ГОСТ IEC 60269-6, [10], [11], [26], [27]), что должно быть подтверждено в технической документации фотоэлектрического модуля, например сертификатами соответствия и т. п.

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 конструкции для монтажа 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 конструкций.

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

Рекомендуется проводить испытания с полноразмерными образцами.

Для испытаний шунтирующих/блокирующих диодов могут быть необходимы специально подготовленные замещающие образцы (требования к таким образцам см. в ГОСТ 35322.2—2025, подпункт 4.15.1.2).

За исключением приемо-сдаточных испытаний, если при климатических испытаниях полноразмерные образцы из-за больших размеров невозможно поместить в испытательное оборудование, например в 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, механическим и тепловым 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. 3.5): 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 (см. таблицу). 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 максимальной мощности этих образцов после начальной стабилизации. Для подтверждения номинальных значений параметров, указанных на паспортной табличке и в 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.

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.

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

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

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

в) до проведения испытаний испытательной лабораторией определен коэффициент двусторонности одного образца (см. [9]), и его значение менее 20 %.

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 %.

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, для проведения испытаний по обоим стандартам может быть использован один и тот же комплект образцов, отвечающих также всем требованиям для проверки безопасности (см. [4]).

Если испытуемые фотоэлектрические модули предназначены для эксплуатации в специальных условиях и в дополнение к испытаниям, указанным на рисунке 2, проводят испытания, подтверждающие применимость фотоэлектрических модулей в этих условиях, необходимы дополнительные образцы, отвечающие требованиям этих специальных стандартов (см., например, [23], [24] и т. д.).

6 Требования к маркировке и документации

6.1 Маркировка

На фотоэлектрических модулях должна быть нестираемая 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.

Текст маркировки, кроме стандартизированных случаев (см., например, рисунок Б.1 приложения Б), должен быть выполнен на русском языке и при наличии соответствующих требований в законодательстве государства — члена Союза на государственном языке (государственных языках) государства — члена Союза, на территории которого реализуются/эксплуатируются фотоэлектрические модули. Буквенные товарные знаки, имена собственные, названия населенных пунктов и другие наименования и реквизиты могут приводиться на других языках.

Паспортная табличка должна содержать, как минимум, следующие данные:

а) зарегистрированный товарный знак, или торговую марку, или наименование изготовителя;

б) тип;

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

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

д) максимально допустимое номинальное напряжение постоянного тока фотоэлектрической системы, в которую может быть установлен фотоэлектрический модуль;

е) класс по способу защиты от поражения электрическим током (обозначение классов см. в таблице 3, подробно об этих классах см. ГОСТ IEC 61140—2012, раздел 7, и [3], раздел 4[1)]);

ж) напряжение холостого хода при СУИ ($U_{х.х\ СУИ}$ или $U_{х.х}$) в вольтах, включая допуски;

и) ток короткого замыкания при СУИ ($I_{к.з\ СУИ}$ или $I_{к.з}$) в амперах, включая допуски. Для двусторонних фотоэлектрических модулей ток короткого замыкания при СУИ и в стандартных условиях двусторонней освещенности;

к) 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 фотоэлектрических модулей максимальную мощность при СУИ и в стандартных условиях двусторонней освещенности;

[1)] В Российской Федерации действует ГОСТ Р 58809.1—2020 (МЭК 61730-1:2016) «Модули фотоэлектрические. Оценка безопасности. Часть 1. Требования безопасности», в котором это также раздел 4.

л) для двусторонних фотоэлектрических модулей:

- идентификацию того, что модуль является двусторонним,
- коэффициент двусторонности по току короткого замыкания $\varphi_{I_{к.з}}$ при СУИ, включая допуски (см. [9]);

м) для гибких фотоэлектрических модулей — минимальный радиус кривизны;

н) положительную («+» или вниз) и отрицательную («–» или вверх) расчетные механические нагрузки, в паскалях, а также дополнительную маркировку допустимого уровня механических нагрузок, например в обозначении типа или номера модели, если применимо;

п) максимальное значение (уровень) рабочей температуры фотоэлектрических модулей, которое не должно быть превышено при эксплуатации с вероятностью 98 % (70 °С, 80 °С или 90 °С);

р) для интегрированных фотоэлектрических модулей и их фотоэлектрической части:

- идентификацию того, что это интегрированный фотоэлектрический модуль и его фотоэлектрическая часть,
- идентификацию конструкции, с которой интегрирован фотоэлектрический модуль,
- информацию, которая должна быть указана в паспортной табличке конструкции, с которой интегрирован фотоэлектрический модуль;

с) для фотоэлектрических модулей (приемников излучения), предназначенных для работы с концентрированным излучением при коэффициенте концентрации не более трех, — идентификацию того, что модуль предназначен для работы (может работать) с концентрированным излучением;

т) если фотоэлектрические модули предназначены для работы в особых условиях окружающей среды — идентификацию того, для работы в каких условиях предназначены модули.

Примечания

1 Если из обозначения параметров в 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 [для двусторонних фотоэлектрических модулей — также при стандартных условиях двусторонней освещенности, для фотоэлектрических модулей (приемников излучения), предназначенных для работы с концентрированным излучением, — при СУИ с энергетической освещенностью, равной энергетической освещенности СУИ 1000 Вт/м^2, умноженной на максимальную концентрацию, на которую рассчитаны модули].

2 Информация, приведенная в перечислениях б) — г), а также идентификация того, что фотоэлектрический модуль двусторонний, гибкий, предназначен для эксплуатации при пониженной механической нагрузке, в особых условиях окружающей среды, является интегрированным и т. п., может быть указана только в коде изделия, если он приведен в паспортной табличке.

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 Расчетная механическая нагрузка, умноженная на запас прочности, равна испытательной нагрузке в испытании на воздействие статической механической нагрузки по ГОСТ 35322.2—2025, подраздел 4.13.

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 в 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, указаны в 6.2.

Соответствие значений параметров фотоэлектрического модуля значениям, указанным в его паспортной табличке и в технической документации, проверяют по ВАХ при СУИ после начальной стабилизации (см. раздел 4 и 7.2.1). Соответствие маркировки указанным требованиям проверяют с помощью визуального контроля и испытанием маркировки на стойкость к истиранию по ГОСТ 35322.2.

6.2 Знаки и надписи

На фотоэлектрических модулях 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 Б.2 приложения Б). Второй вариант предпочтителен.

Примечание — Знак «Под напряжением при освещении» указывает на то, что фотоэлектрический модуль, его коммутационные коробки, электрические соединители и т. д. могут находиться под напряжением в любой момент времени, независимо от того, разомкнуты или не разомкнуты выключатели в фотоэлектрической батарее, в том числе, например, ночью при лунном свете.

На электрическом соединителе или на проводнике рядом с ним должен быть установлен предупреждающий знак «Под напряжением! Не разъединять», приведенный на рисунке Б.1 приложения Б, или иной аналогичный предупреждающий знак и/или надпись на русском языке и при наличии соответствующих требований в законодательстве государства — члена Союза на государственном языке (государственных языках) государства — члена Союза, на территории которого реализуются/эксплуатируются фотоэлектрические модули. 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;
- точек заземления, если в точке может быть только одна полярность.

Вывод или точка(и) для присоединения заземляющего(их) 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.

Местоположение предупреждающих знаков и надписей должно быть описано в технической документации.

6.3 Документация

Фотоэлектрические модули должны сопровождаться технической документацией, 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.

Документация должна быть выполнена на русском языке и при наличии соответствующих требований в законодательстве государства — члена Союза на государственном языке (государственных языках) государства — члена Союза, на территории которого реализуются/эксплуатируются фотоэлектрические модули. Буквенные товарные знаки, имена собственные, названия населенных пунктов и другие наименования и реквизиты могут приводиться на других языках.

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 в паспортной табличке, см. 6.1 и ВАХ при СУИ;
- все необходимые ограничения для класса фотоэлектрического модуля по способу защиты от поражения электрическим током;
- максимальный номинальный ток защиты от сверхтоков, в амперах.

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, в амперах (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;
- напряжение холостого хода, ток короткого замыкания и максимальную мощность при УНО и ВАХ при УНО;
- максимально допустимое количество фотоэлектрических модулей при последовательном и параллельном соединении;
- для двусторонних фотоэлектрических модулей коэффициенты двусторонности по напряжению холостого хода $\varphi_{U_{x.x}}$ и коэффициент двусторонности по максимальной мощности $\varphi_{P_{max}}$ при СУИ, включая допуски (см. [9]);
- габаритные размеры;
- масса.

Также в технической документации рекомендуется указать:

- напряжение в точке максимальной мощности при СУИ;
- ток в точке максимальной мощности при СУИ;
- коэффициент полезного действия 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 35322.2 (см. рисунок 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, ВАХ при энергетической освещенности от 100 до 1000 Вт/м^2 с шагом 100 Вт/м^2 и при условиях низкой температуры и условиях высокой температуры (см. [16]); 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 (методики определения см. в [28]).

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);

- обязательные 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;

- перечень минимально необходимых технических средств для каждого варианта крепления фотоэлектрического модуля (согласно оценке по результатам испытания на воздействие статической механической нагрузки по ГОСТ 35322.2;

- 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;

- степень(и) огнестойкости, если применимо, класс воспламеняемости и/или иные характеристики устойчивости к воспламенению, огнестойкости, пожарной опасности, а также ссылки на нормативные документы, в соответствии с которыми определены эти характеристики и условия, при которых они обеспечиваются (например, угол наклона, крепежные конструкции и иные данные по установке), или информация о том, что стойкость к внешним источникам возгорания не проверялась;

- установочные и присоединительные размеры.

Соответствие расчетной нагрузки для каждого способа установки и варианта технических средств крепления модуля указанным в технической документации проверяют с помощью испытания на воздействие статической механической нагрузки по ГОСТ 35322.2.

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 35322.2;

- 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;

- рекомендации по обеспечению требуемого режима эксплуатации и предотвращению ухудшения характеристик, например по снижению температуры с тыльной стороны модуля, отводу тепла и т. д.

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, это должно быть отмечено в технической документации с указанием рабочей/предельно допустимой степени концентрации, а также значений максимальной мощности, токов и напряжений при СУИ с энергетической освещенностью, равной энергетической освещенности СУИ 1000 Вт/м^2, умноженной на максимальную концентрацию, на которую рассчитаны модули.

Техническая документация должна включать подтверждение соответствия компонентов фотоэлектрических модулей специальным стандартам на эти компоненты.

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, повышенной снеговой нагрузки, и т. д.), это должно быть указано в технической документации. Должны прилагаться документы об успешном прохождении испытаний по соответствующим нормативным документам, подтверждающие применимость фотоэлектрических модулей в этих условиях (см., например, [23], [24] и т. д.), или модули должны пройти эти испытания в дополнение к указанным на рисунке 2 в программе испытаний по настоящему стандарту.

6.4 Инструкция по сборке

Документация фотоэлектрического модуля должна включать подробную, четкую инструкцию по окончательной сборке, если такая сборка необходима, позволяющую обеспечить полную и безопасную сборку изделия.

Если для установки фотоэлектрических модулей используют клеи (например, для гибких фотоэлектрических модулей), необходимо указать тип клея и допустимые подложки (материалы несущих поверхностей). Если клеи предназначены для крепления фотоэлектрических модулей на месте эксплуатации к определенным кровельным покрытиям или системам монтажа (например, для приклеивания к кровельной мембране, или к металлическому каркасу), должны быть указаны производитель(и) и марка(и) клея, а также описаны процесс подготовки поверхностей, процесс нанесения клея и условия отверждения.

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 после начальной стабилизации отвечают требованиям 7.2.1;
- все испытания пройдены успешно, в том числе:
  - изменение максимальной мощности при СУИ в результате каждого испытания и после завершения испытаний соответствует требованиям 7.2.2;
  - в процессе испытаний отсутствовали обрывы электрических цепей образца;

Примечание — В стандартах Международной электротехнической комиссии (IEC) требования 7.2.1 называют Gate No. 1, требования 7.2.2 — Gate No. 2.

Максимально допустимое количество испытанных образцов, не соответствующих требованиям 7.2.1, указано в таблице 5.

Таблица 5 — Условия успешного прохождения испытаний по требованиям 7.2.1

Размер выборки, шт.	Допустимое количество испытанных образцов, для которых не выполнены требования 7.2.1
≥ 10	1
< 10[1)]	0
[1)] Размер выборки менее десяти 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 7.2.1, должны быть выбраны и проверены два новых дополнительных образца. Если хотя бы один из дополнительных образцов также не отвечает требованиям 7.2.1, возможны два варианта:

- либо номинальные параметры, указанные в 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 в паспортной табличке каждого из предоставляемых для отбора фотоэлектрических 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 требовалось один или два испытуемых образца.

Если оба дополнительных образца успешно проходят испытания, считают, 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 в начале испытаний номинальным значениям

Требования относятся к соответствию значений максимальной мощности, напряжения холостого хода и тока короткого замыкания при СУИ каждого из испытуемых образцов значениям, указанным в их паспортных табличках и в технической документации, предоставленной изготовителем. Соответствие требованиям проверяют, сравнивая сначала между собой значения указанных параметров, приведенные в паспортной табличке и в технической документации испытуемого образца, затем эти значения со значениями, определенными по ВАХ при СУИ образца после начальной стабилизации (см. раздел 4).

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

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

$$P^{0}_{\text{max СУИ}} \cdot \left(1 + \frac{\frac{1,65}{2} \cdot U_{0,95}\left(P^{0}_{\text{max СУИ}}\right)}{100} \right) \geq P_{\text{max СУИ}} \cdot \left(1 - \frac{|t_1|}{100} \right), \quad (3)$$

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;

$U_{0,95}\left(P^{0}_{\text{max СУИ}}\right)$ — расширенная неопределенность измерений максимальной мощности при СУИ после начальной стабилизации 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 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 мощности, $P_{max\ СУИ}$ — это нижнее предельное значение диапазона.

Если допуск не указан в паспортной табличке или не указан в техническом паспорте, то $t_1 = 0$. Если допуск не сокращен до единственного значения в 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 35322.1.1, ГОСТ 35322.1.3 или ГОСТ 35322.1.4 (см. также [1]).

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

$$\bar{P}^0_{maxСУИ} \cdot \left(1+\frac{\frac{1,65}{2}\cdot U_{0,95}\left(P^0_{maxСУИ}\right)}{100}\right) \geq P_{maxСУИ}. \quad (4)$$

Если проводят испытания фотоэлектрических модулей, для которых изготовителем указано несколько интервалов сортировки по максимальной мощности при СУИ (номинальной мощности), условие (4) должно выполняться для каждого интервала.

Примечание — Условие (4) не распространяется на проверку максимальной мощности партии изделий при массовом производстве, поскольку неизбежны систематические различия между различными лабораториями и различными эталонными фотоэлектрическими приборами. В таких случаях условие (3), которое включает соответствующие неопределенности, лучше описывает приложение к средним значениям.

Если изготовитель сортирует фотоэлектрические модули по нескольким интервалам значений номинальной мощности, 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:

$$P^0_{maxСУИ} \cdot \left(1-\frac{\frac{1,65}{2}\cdot U_{0,95}\left(P^0_{maxСУИ}\right)}{100}\right) \leq P_{maxСУИ} \cdot \left(1+\frac{|t_4|}{100}\right), \quad (5)$$

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

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

$$U^0_{xxСУИ} \cdot \left(1+\frac{\frac{1,65}{2}\cdot U_{0,95}\left(U^0_{xxСУИ}\right)}{100}\right) \leq U_{xxСУИ} \cdot \left(1+\frac{|t_2|}{100}\right), \quad (6)$$

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

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

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

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

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

Если отклонение (допуск) напряжения холостого хода при СУИ не указан в паспортной табличке и в технической документации, то $t_2 = 0$. Если в паспортной табличке и в технической документации допуск не сокращен до единственного значения (например, если указаны несколько допусков или компонентов неопределенности измерения), следует использовать наименьшее значение.

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

$$I^0_{\text{кзСУИ}} \cdot \left(1+\frac{\frac{1,65}{2}\cdot U_{0,95}\left(I^0_{\text{кзСУИ}}\right)}{100}\right) \le I_{\text{кзСУИ}} \cdot \left(1+\frac{|t_3|}{100}\right), \quad (7)$$

где $I^0_{\text{кзСУИ}}$ — 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;

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

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

Если отклонение (допуск) тока короткого замыкания при СУИ не указано в паспортной табличке и в технической документации, то $t_3 = 0$. Если в паспортной табличке и в технической документации допуск не сокращен до единственного значения (например, если указаны несколько допусков или компонентов неопределенности измерения), следует использовать наименьшее значение.

Для двусторонних фотоэлектрических модулей условия (3)—(7) должны выполняться при СУИ и для стандартных условий двусторонней освещенности.

Примечание — Для стандартных условий двусторонней освещенности в формулах вместо индекса СУИ стоит индекс BNPI. Для условий повышенной двусторонней освещенности — индекс BSI.

Коэффициент двусторонности по току короткого замыкания, указанный в паспортной табличке, должен соответствовать следующему требованию для всех групп номинальной мощности:

$$\left|\varphi^0_{I_{\text{кз}}} - \varphi_{I_{\text{кз}}}\right| \le \sqrt{U^2\left(\varphi^0_{I_{\text{кз}}}\right) + U^2\left(\varphi_{I_{\text{кз}}}\right)}, \quad (8)$$

где $\varphi^0_{I_{\text{кз}}}$ — коэффициент двусторонности по току короткого замыкания испытуемого образца после начальной стабилизации, %;

$\varphi_{I_{\text{кз}}}$ — коэффициент двусторонности по току короткого замыкания испытуемого образца, указанный изготовителем, без учета отклонений, %;

$U\left(\varphi^0_{I_{кз}}\right)$ — расширенная неопределенность измерений коэффициента двусторонности по току короткого замыкания после начальной стабилизации при коэффициенте охвата k = 2 (см. ГОСТ 34100.3), % от $\varphi^0_{I_{кз}}$;

$U\left(\varphi_{I_{кз}}\right)$ — расширенная неопределенность измерений коэффициента двусторонности по току короткого замыкания, указанного изготовителем, при коэффициенте охвата k = 2 (см. ГОСТ 34100.3), % от $\varphi_{I_{кз}}$.

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 Изменение максимальной мощности в результате проведения испытаний

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:

$$P^i_{max\,СУИ} \geq 0{,}95 P^0_{max\,СУИ}\left(1-\frac{R}{100}\right), \quad (9)$$

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

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

Для двусторонних фотоэлектрических модулей условие (9) должно выполняться для максимальной мощности в стандартных условиях двусторонней освещенности.

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 A.

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 используемом контрольном образце.

Воспроизводимость максимальной мощности при СУИ должна быть не хуже предельно допустимого значения для фотоэлектрических модулей, изготовленных по данной технологии, установленного в ГОСТ 35322.1.1, ГОСТ 35322.1.3 или ГОСТ 35322.1.4 (см. также [1]).

Воспроизводимость не равна расширенной неопределенности измерений ВАХ при СУИ по ГОСТ 35322.2—2025, 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 35322.1.1, ГОСТ 35322.1.3 или ГОСТ 35322.1.4 (см. также [1]), испытательной лаборатории следует определить с помощью эталонного фотоэлектрического модуля, отвечающего стандартным требованиям к эталонным фотоэлектрическим приборам (см. [29]), из-за чего получен такой результат:

- неисправно испытательное оборудование;
- характеристики испытуемых образов не были стабилизированы при начальной стабилизации;
- контрольный образец имеет плохую воспроизводимость.

Если все проверки подтверждают, что испытательное оборудование работает правильно и характеристики были стабилизированы, 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

Видимыми функциональными повреждениями считаются следующие:

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

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

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

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

д) посторонние включения;

е) наличие каких-либо расплавленных или сгоревших компонентов;

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

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

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

л) наличие повреждений токоведущих частей;

м) наличие короткозамкнутых токоведущих частей или доступных токоведущих частей;

н) маркировка на испытуемых образцах не держится или информация на ней не читается;

п) расслоение поверхности в местах контакта/соединения с монтажной конструкцией, являющейся составной частью испытуемых образцов при испытаниях;

р) потеря механической целостности клеевых соединений, используемых для монтажа испытуемых образцов с монтажной конструкцией, являющейся составной частью испытуемых образцов при испытаниях. Разрушение клеевого соединения или трещины на его поверхности.

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:

а) наименование документа;

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

в) уникальную идентификацию протокола и каждой страницы;

г) наименование и адрес заказчика, когда это необходимо;

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

е) описание и идентификацию образцов до испытаний, например серийный номер и дату изготовления образцов, позволяющие получить все данные по материалам, компонентам и производственным режимам испытуемых образцов, а также информацию о том, что испытанные образцы являются прототипами серийных фотоэлектрических модулей или выполнены по индивидуальному заказу, изготовлены на опытном или нестандартном оборудовании;

ж) изображение маркировки типа фотоэлектрических модулей, включая допуски по мощности;

и) характеристику и состояние испытанных образцов;

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

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

м) 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;

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

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

- температурные коэффициенты для токов короткого замыкания, напряжения холостого хода и максимальной мощности и соответствующую энергетическую освещенность;
- ВАХ, максимальную мощность, ток кроткого замыкания и напряжение холостого хода при СУИ и УНО;
- ВАХ, максимальную мощность и ток кроткого замыкания в стандартных условиях двусторонней освещенности (для двусторонних фотоэлектрических модулей);
- коэффициент двусторонности по току короткого замыкания при СУИ (для двусторонних фотоэлектрических 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;
- анализ и описание всех обнаруженных изменений электролюминесцентных и тепловизионных изображений повреждения, прежде всего повреждения фотоэлектрических элементов и межэлементных соединений, зоны местного перегрева, а также любые другие нарушения и дефекты, обнаруженные при электролюминесцентном контроле и тепловизионном контроле, если их проводили. Согласованные с изготовителем значения испытательного тока, если они отличаются от указанных в ГОСТ 35322.2—2025, пункт 4.17.5;

р) результаты соответствующих специальных испытаний, пройденных в дополнение к указанным на рисунке 2, если испытуемые 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, повышенной снеговой нагрузки и т. д.) или информацию о проведении таких испытаний ранее и их результатах;

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

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

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

ф) 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 35322.2—2025, подраздел 4.3, и значения сопротивления изоляции во влажной среде требованиям ГОСТ 35322.2—2025, 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;

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

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

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

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

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

ю) 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. [25]). Выбранные испытания и последовательности проведения испытаний должны обеспечивать выявление 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 А
(справочное)

Обозначения методов испытаний плоских наземных фотоэлектрических модулей, принятые в Международной электротехнической комиссии

Таблица А.1

Испытание	Обозначение испытания при подтверждении соответствия	
	техническим требованиям, IEC 61215-2 [30]	требованиям безопасности, IEC 61730-2 [4]
Стабилизация: начальная стабилизация конечная стабилизация стабилизация с помощью светоиндуцированной бор-кислородной деградации	MQT 19 MQT 19.1 MQT 19.2 MQT 19.3	—
Визуальный контроль	MQT 01	MST 01
Измерение вольт-амперных характеристик: при стандартных условиях испытаний (СУИ) при выбранных условиях по энергетической освещенности и температуре при 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
Проверка прочности внешних соединений: проверка прочности крепления коммутационной коробки проверка прочности закрепления кабелей и проводов[1)]	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	MQT 22	—
Испытание маркировки на стойкость к истиранию	—	MST 05
Проверка остроты кромок	—	MST 06

Окончание таблицы А.1

[1)] Для подтверждения прочности закрепления кабелей и проводов в испытуемых фотоэлектрических модулях достаточно того, чтобы она была проверена при испытаниях коммутационных коробок и испытаниях электрических соединителей, если соединители установлены (см. раздел 4 и таблицу 1).

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 Б
(справочное)

Знаки

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

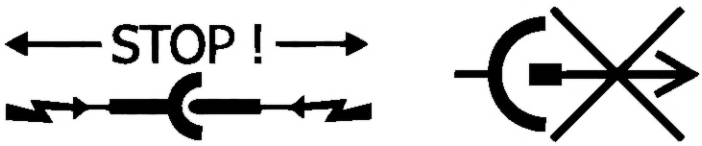

Рисунок Б.1 — Примеры знака «Под напряжением! Не разъединять»



а) «Опасность поражения электрическим током»
(ГОСТ 12.4.026—2015, таблица Ж, W08)



б) «Под напряжением при освещении»

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

Библиография

[1] IEC 61215-1-2:2022 — 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 [Модули фотоэлектрические наземные. Оценка соответствия техническим требованиям. Часть 1-2. Специальные требования к испытаниям фотоэлектрических тонкопленочных модулей на основе теллурида кадмия (CdTe)]

[2] IEC 62108:2022[1)] — Concentrator photovoltaic (CPV) modules and assemblies — Design qualification and type approval [Модули фотоэлектрические концентраторные (CPV) и модули в сборе. Оценка конструкции и одобрение типа продукции]

[3] IEC 61730-1:2023[2)] — Photovoltaic (PV) module safety qualification — Part 1: Requirements for construction (Модули фотоэлектрические. Оценка безопасности. Часть 1. Требования к конструкции)

[4] IEC 61730-2:2023[3)] — Photovoltaic (PV) module safety qualification — Part 2: Requirements for testing (Модули фотоэлектрические. Оценка безопасности. Часть 2. Требования к испытаниям)

[5] IEC 62548-1:2023[4)] — Photovoltaic (PV) arrays — Part 1: Design requirements (Батареи фотоэлектрические. Часть 1. Требования к конструкции)

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

[7] IEC 60050-826-2022[5)] — International Electrotechnical Vocabulary — Part 826: Electrical Installations (Международный электротехнический словарь. Часть 826. Электрические установки)

[8] IEC 60904-3:2019[6)] — Photovoltaic devices — Part 3: Measurement principles for terrestrial photovoltaic (PV) solar devices with reference spectral irradiance data (Приборы фотоэлектрические. Часть 3. Принципы измерения характеристик фотоэлектрических приборов с учетом стандартной спектральной плотности энергетической освещенности наземного солнечного излучения)

[9] IEC/TS 60904-1-2:2024 — Photovoltaic devices — Part 1-2: Measurement of current-voltage characteristics of bifacial photovoltaic (PV) devices (Приборы фотоэлектрические. Часть 1-2. Измерение вольт-амперных характеристик двусторонних фотоэлектрических приборов)

---

1) В Российской Федерации действует ГОСТ Р 56983—2016 (МЭК 62108:2007) «Устройства фотоэлектрические с концентраторами. Методы испытаний».

2) В Российской Федерации действует ГОСТ Р 58809.1—2020 (МЭК 61730-1:2016) «Модули фотоэлектрические. Оценка безопасности. Часть 1. Требования безопасности». В Республике Казахстан действует СТ РК IEC 61730-1—2020 «Оценка безопасности фотоэлектрических модулей. Часть 1. Требования к конструкции». В Республике Беларусь действует ГОСТ IEC 61730-1—2019 Стандарт РБ «Модули фотоэлектрические. Оценка безопасности. Часть 1. Требования к конструкции».

3) В Российской Федерации действует ГОСТ Р 58809.2—2020 (МЭК 61730-2:2016) «Модули фотоэлектрические. Оценка безопасности. Часть 2. Методы испытаний». В Республике Казахстан действует СТ РК IEC 61730-2—2020 «Оценка безопасности фотоэлектрических модулей. Часть 2. Методы испытаний». В Республике Беларусь действует ГОСТ IEC 61730-2—2019 Стандарт РБ «Модули фотоэлектрические. Оценка безопасности. Часть 2. Требования к испытаниям».

4) В Российской Федерации действует ГОСТ Р 56978—2016 (IEC/TS 62548:2013) «Батареи фотоэлектрические. Технические условия». В Республике Казахстан действует СТ РК IEC 62548-2020 Массивы фотоэлектрические. Требования к проектированию.

5) В Российской Федерации действует ГОСТ Р МЭК 60050-826—2009 «Установки электрические. Термины и определения».

6) В Российской Федерации действует ГОСТ Р МЭК 60904-3—2013 «Государственная система обеспечения единства измерений. Приборы фотоэлектрические. Часть 3. Принципы измерения характеристик фотоэлектрических приборов с учетом стандартной спектральной плотности энергетической освещенности наземного солнечного излучения».

[10] IEC 62790:2020[1)] Junction boxes for photovoltaic modules — Safety requirements and tests (Коробки коммутационные для фотоэлектрических модулей. Требования безопасности и испытания)

[11] IEC 62852:2014[2)] Connectors for DC-application in photovoltaic systems — Safety requirements and tests (Соединители постоянного тока для фотоэлектрических систем. Требования безопасности и испытания)

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

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

[14] IEC/TS 60904-13:2018 Photovoltaic devices — Part 13: Electroluminescence of photovoltaic modules (Приборы фотоэлектрические. Часть 13. Получение электролюминесцентного изображения фотоэлектрических модулей)

[15] IEC/TS 62446-3:2017 Photovoltaic (PV) systems — Requirements for testing, documentation and maintenance — Part 3: Photovoltaic modules and plants — Outdoor infrared thermography (Системы фотоэлектрические. Требования к испытаниям, документации и техническому обслуживанию. Часть 3. Фотоэлектрические модули и станции. Наружная инфракрасная термография)

[16] IEC 61853-1:2011[3)] Photovoltaic (PV) module performance testing and energy rating — Part 1: Irradiance and temperature performance measurements and power rating (Модули фотоэлектрические. Определение рабочих характеристик и энергетическая оценка. Часть 1. Измерение рабочих характеристик в зависимости от энергетической освещенности и температуры. Номинальная мощность)

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

[18] IEC 62506:2023 Methods for product accelerated testing (Методы ускоренных испытаний изделий)

[19] IEC 60904-1:2020[4)] Photovoltaic devices — Part 1: Measurement of photovoltaic current-voltage characteristics (Приборы фотоэлектрические. Часть 1. Измерение фотоэлектрических вольт-амперных характеристик)

[20] IEC 60891:2009[5)] Photovoltaic devices — Procedures for temperature and irradiance corrections to measured I-V characteristics (Приборы фотогальванические. Методики коррекции по температуре и освещенности результатов измерения вольт-амперной характеристики)

---

1) В Российской Федерации действует ГОСТ Р 56981—2016 (МЭК 62790:2014) «Модули фотоэлектрические. Коммутационные коробки. Требования безопасности и испытания».

2) В Российской Федерации действует ГОСТ Р 57230—2016 (МЭК 62852:2014) «Системы фотоэлектрические. Соединители постоянного тока. Классификация, требования к конструкции и методы испытаний».

3) В Российской Федерации действует ГОСТ Р МЭК 61853-1—2013 «Модули фотоэлектрические. Определение рабочих характеристик и энергетическая оценка. Часть 1. Измерение рабочих характеристик в зависимости от температуры и энергетической освещенности. Номинальная мощность».

4) В Российской Федерации действует ГОСТ Р МЭК 60904-1—2013 «Приборы фотоэлектрические. Часть 1. Измерение вольт-амперных характеристик».

5) В Российской Федерации действует ГОСТ Р МЭК 60891—2013 «Государственная система обеспечения единства измерений. Приборы фотоэлектрические. Методики коррекции по температуре и энергетической освещенности результатов измерения вольт-амперной характеристики».

[21] IEC 60904-10:2020[1)] Photovoltaic devices — Part 10: Methods of linear dependence and linearity measurements (Приборы фотоэлектрические. Часть 10. Методы определения линейной зависимости и линейности характеристик)

[22] IEC/TS 62804-1:2015[2)] Photovoltaic (PV) modules — Test methods for the detection of potential-induced degradation — Part 1: Crystalline silicon
(Модули фотоэлектрические. Методы испытания на деградацию, вызванную электрическим потенциалом. Часть 1. Фотоэлектрические модули на основе кристаллического кремния)

[23] IEC 61701:2011[3)] Salt mist corrosion testing of photovoltaic (PV) modules (Модули фотоэлектрические. Испытание на коррозию в солевом тумане)

[24] IEC 62716:2013[4)] Photovoltaic (PV) modules — Ammonia corrosion testing (Модули фотоэлектрические. Испытания на стойкость к коррозионному воздействию аммиака)

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

[26] IEC 62788 (все части) Measurement procedures for materials used in photovoltaic modules (Методы оценки свойств материалов, используемых при изготовлении фотоэлектрических модулей)

[27] IEC 62930:2017 Electric cables for photovoltaic systems with a voltage rating of 1,5 kV DC (Кабели электрические для фотоэлектрических систем с номинальным напряжением 1,5 кВ постоянного тока)

[28] IEC 61853-2:2016[5)] Photovoltaic (PV) module performance testing and energy rating — Part 2: Spectral responsivity, incidence angle and module operating temperature measurements (Модули фотоэлектрические. Определение рабочих характеристик и энергетическая оценка. Часть 2. Измерения спектральной чувствительности, угла падения и рабочих температур модуля)

[29] IEC 60904-2:2007[6)] Photovoltaic devices — Part 2: Requirements for reference solar devices (Приборы фотоэлектрические. Часть 2. Требования к эталонным солнечным элементам)

[30] IEC 61215-2:2022 Terrestrial photovoltaic (PV) modules — Design qualification and type approval — Part 2: Test procedures (Модули фотоэлектрические наземные. Оценка соответствия техническим требованиям. Часть 2. Методы испытаний)

---

1) В Российской Федерации действует ГОСТ Р МЭК 60904-10—2013 «Приборы фотоэлектрические. Часть 10. Методы определения линейности характеристик».

2) В Российской Федерации действует ГОСТ Р 57902—2017 (IEC/TS 62804-1:2015) «Модули фотоэлектрические. Испытания на деградацию, вызванную высоким напряжением. Часть 1. Фотоэлектрические модули на основе кристаллического кремния».

3) В Российской Федерации действует ГОСТ Р МЭК 61701—2013 «Модули фотоэлектрические. Испытания на коррозию в солевом тумане».

4) В Российской Федерации действует ГОСТ Р 56979—2016 (МЭК 62716:2013) «Модули фотоэлектрические. Испытания на стойкость к воздействию аммиака».

5) В Российской Федерации действует ГОСТ Р 58648.2—2019 (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».

6) В Российской Федерации действует ГОСТ Р МЭК 60904-2—2013 «Государственная система обеспечения единства измерений. Приборы фотоэлектрические. Часть 2. Требования к эталонным солнечным приборам».

УДК 697.329:006.354 МКС 27.160 NEQ

Ключевые слова: модули фотоэлектрические для наземного применения, соответствие техническим требованиям, требования к испытаниям

Редактор *Л.В. Коретникова*
Технический редактор *И.Е. Черепкова*
Корректор *Л.С. Лысенко*
Компьютерная верстка *Е.А. Кондрашовой*

Сдано в набор 13.11.2025. Подписано в печать 24.11.2025. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 4,65. Уч.-изд. л. 3,95.

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