ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 59777— 2021 (МЭК 62938:2020)

МОДУЛИ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ

Испытание на неравномерную снеговую нагрузку

**[IEC 62938:2020,
Photovoltaic (PV) modules — Non-uniform snow load testing,
MOD]**

Издание официальное

**Москва
Российский институт стандартизации
2021**

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

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

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 016 «Электроэнергетика»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 21 октября 2021 г. № 1211-ст

4 Настоящий стандарт является модифицированным по отношению к международному стандарту МЭК 62938:2020 «Модули фотоэлектрические. Испытание на неравномерную снеговую нагрузку» [IEC 62938:2020 «Photovoltaic (PV) modules — Non-uniform snow load testing», MOD] путем изменения отдельных фраз (слов, значений показателей, ссылок), которые выделены в тексте курсивом, а также путем изменения его структуры для приведения в соответствие с правилами, установленными в ГОСТ 1.5—2001 (подразделы 4.2 и 4.3).

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

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

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

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

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

© IEC, 2020
© Оформление. ФГБУ «РСТ», 2021

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 Отбор образцов 3
5 Порядок проведения испытаний 4
6 Выдержка: воздействие неравномерной механической нагрузкой 6
6.1 Испытательные нагрузки 6
6.2 Испытательное оборудование 7
6.3 Проведение испытания по последовательности А (получение данных для определения предварительного значения предельной снеговой нагрузки) 9
6.4 Критерии функционального повреждения 11
6.5 Определение предварительного значения предельной снеговой нагрузки 11
6.6 Проведение испытания по последовательности В (подтверждение значения предельной снеговой нагрузки) 12
7 Оценка результатов испытаний 12
8 Протокол испытаний 13
9 Повторные испытания при изменении конструкции, технологии изготовления или обработки фотоэлектрических модулей, замене материалов и компонентов 14
Приложение А (справочное) Учет условий эксплуатации и монтажа при испытательной нагрузке. Оценка применимости фотоэлектрических модулей в требуемых условиях 15
Приложение ДА (справочное) Сведения о соответствии ссылочных национальных стандартов международным стандартам, использованным в качестве ссылочных в примененном международном стандарте 23
Приложение ДБ (справочное) Сопоставление структуры настоящего стандарта со структурой примененного в нем международного стандарта 24
Библиография 26

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

МОДУЛИ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ

Испытание на неравномерную снеговую нагрузку

Photovoltaic modules. Non-uniform snow load testing

Дата введения — 2022—01—01

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на плоские фотоэлектрические модули и устанавливает метод их испытания на стойкость к неравномерным снеговым нагрузкам.

Настоящий стандарт распространяется на фотоэлектрические модули со стеклянным лицевым покрытием и рамами, выступающими вперед за лицевое покрытие, таким образом, что при установке фотоэлектрического модуля на месте эксплуатации под углом к горизонту рама образует барьер с нижнего края фотоэлектрического модуля, препятствующий свободному перемещению снега вниз и способствующий возникновению неравномерных механических нагрузок, воздействующих на фотоэлектрический модуль.

Настоящий стандарт также распространяется на жесткие фотоэлектрические модули, собственная конструкция которых или конструкция, в/на которую они установлены или могут быть установлены, образует аналогичный барьер (в том числе на модули, устанавливаемые на зданиях, интегрированные в конструкции зданий, другие интегрированные фотоэлектрические модули).

Примечание — В этом случае могут быть другие критерии оценки реакции испытуемых образцов при воздействии нагрузки, отличные от указанных в 6.3.

Испытание применимо только к фотоэлектрическим модулям того типа, модули которого успешно прошли испытание на воздействие статической механической нагрузки по *ГОСТ Р 56980.2* с минимальной положительной испытательной нагрузкой 5400 Па, с теми же особенностями конструкции, технологии изготовления и изготовленным из тех компонентов/материалов, что и указанные модули.

В результате испытаний по настоящему стандарту определяют предельную снеговую нагрузку для фотоэлектрических модулей данного типа. Полученное значение используют для оценки применимости фотоэлектрических модулей данного типа в различных условиях эксплуатации.

Испытание по настоящему стандарту необходимо для подтверждения соответствия техническим требованиям и требованиям безопасности фотоэлектрических модулей, предназначенных для применения в районах с нормативным значением веса снегового покрова на 1 м^2 горизонтальной поверхности земли 2400 Па и более.

Примечание — Подробнее о связи результатов испытаний по настоящему стандарту и условий эксплуатации фотоэлектрических модулей см. в приложении А.

Испытательные нагрузки, указанные в настоящем стандарте, относятся исключительно к естественному распределению снеговой нагрузки, любые ожидаемые искусственные скопления (например, в результате уборки или перераспределения снега) должны учитываться отдельно.

Настоящий стандарт также применим к жестким плоским фотоэлектрическим модулям, конструкция и/или эксплуатация которых могут способствовать возникновению аналогичных нагрузок по другим причинам. В этом случае могут быть необходимы другие испытательные нагрузки и/или порядок их распределения по поверхности испытуемого модуля.

Издание официальное

Способы устранения или противодействия возникновению неравномерного накопления снега, не связанные с конструкцией самого фотоэлектрического модуля, например установка под большим углом наклона к горизонту (более 60°), в настоящем стандарте не рассматриваются. Метод оценки стойкости к снеговым нагрузкам по настоящему стандарту предполагает взаимосвязь между состоянием снегового покрова поверхности земли и состоянием снегового покрова фотоэлектрического модуля, что может быть неприменимо для условий эксплуатации, в которых снег не полностью тает между снегопадами.

В настоящем стандарте не рассматривается влияние снегового покрова на выработку электроэнергии.

Настоящий стандарт не дает полную оценку усталостных характеристик материалов таких компонентов модуля, как лицевое покрытие.

Метод испытаний воспроизводит нагрузки, при которых возникают повреждение лицевого покрытия и изгиб рамы, поскольку это типичные повреждения фотоэлектрических модулей в процессе эксплуатации, вызванные неравномерной снеговой нагрузкой.

Если для изготовления фотоэлектрического модуля могут быть использованы несколько вариантов компонентов/материалов для выполнения одних и тех же функций или одни и те же компоненты/материалы разных поставщиков, или один и тот же компонент из разных материалов, или несколько вариантов технологии изготовления, то для каждого варианта и/или сочетания вариантов 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 должны быть проведены отдельные испытания и определена предельная снеговая нагрузка по настоящему стандарту для каждого варианта (кроме вариантов проводников или электрических соединителей).

Если изготовителем указано несколько способов установки испытуемых фотоэлектрических модулей, должны быть проведены отдельные испытания для каждого способа установки.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие документы:

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

ГОСТ Р 56980.1 (МЭК 61215-1:2016) Модули фотоэлектрические. Оценка соответствия техническим требованиям. Часть 1. Требования к испытаниям

ГОСТ Р 56980.2 (МЭК 61215-2:2016) Модули фотоэлектрические. Оценка соответствия техническим требованиям. Часть 2. Методы испытаний

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

ГОСТ Р ИСО 4355 Основы проектирования строительных конструкций. Определение снеговых нагрузок на покрытия

СП 20.13330.2016 «СНиП 2.01.07—85 Нагрузки и воздействия»*

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

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины по *ГОСТ Р 58809.1* и *[1]*, а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **характеристическая (нормативная) снеговая нагрузка S_K** (characteristic snow load): Характеристическое значение снеговой нагрузки на поверхности земли.

Примечания

1 В настоящем стандарте нагрузки выражаются в Па, как в ГОСТ Р 56980.2 В общих национальных нормативных документах на снеговые нагрузки, например СП 20.13330 и ГОСТ Р ИСО 4355, нагрузки выражаются в кН/м^2.

2 Наименьшее значение S_K, используемое в настоящем стандарте, составляет 2400 Па.

3 Соответствует термину «характеристическое (нормативное) значение веса снегового покрова» в ГОСТ Р ИСО 4355 (обозначение s_0) и термину «вес снегового покрова» в СП 20.13330 (обозначение s_g).

4 Нормативные значения веса снегового покрова на 1 м^2 горизонтальной поверхности земли для различных районов и городов РФ в соответствии с СП 20.13330 приведены в приложении А.

3.2 **равномерная вертикальная составляющая снеговой нагрузки S_A** (characteristic value of snow load angle dependent snow load): Равномерная часть вертикальной снеговой нагрузки на наклонную рабочую поверхность фотоэлектрического модуля, равная произведению характеристической снеговой нагрузки на коэффициент формы.

Примечания

1 Наименьшее значение S_A, используемое в настоящем стандарте, составляет 1470 Па.

2 Соответствует термину «нормативное значение снеговой нагрузки на горизонтальную проекцию покрытия» в СП 20.13330 (обозначение S_0).

3.3 **коэффициент формы** μ (shape coefficient): Коэффициент перехода от веса снегового покрова земли к снеговой нагрузке на покрытие, равный отношению снеговой нагрузки на наклонную поверхность с данными геометрическими характеристиками к нагрузке нетронутого снега на горизонтальную поверхность земли.

3.4 **удельный вес снега** γ (specific snow weight): Вес снега в единице объема.

Примечание — В настоящем стандарте удельный вес снега γ считается равным 3000 Н/м^3.

3.5 **снеговая нагрузка на свес S_E** (snow load of the overhang): Неравномерная часть вертикальной снеговой нагрузки на наклонную рабочую поверхность фотоэлектрического модуля, приложенная одновременно с равномерной вертикальной составляющей снеговой нагрузки и имитирующая дополнительную нагрузку на нижний край фотоэлектрического модуля, аналогичную снеговой нагрузке на свес карниза.

4 Отбор образцов

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

Если для изготовления фотоэлектрического модуля могут быть использованы несколько вариантов компонентов/материалов для выполнения одних и тех же функций или одни и те же компоненты/материалы разных поставщиков, или один и тот же компонент из разных материалов, или несколько вариантов технологии изготовления, то для каждого варианта и/или сочетания вариантов должно быть отобрано и испытано не менее чем семь образцов (требования к необходимому для проведения испытаний количеству образцов см. также в *[2]*). Изменения проводников или электрических соединителей не требуют проведения испытаний с образцами каждого варианта. В протоколе испытаний должны быть зафиксированы все указанные варианты компонентов/материалов, технологии изготовления или их сочетаний и соответствующее отобранное и испытанное количество образцов фотоэлектрических модулей.

Могут быть необходимы дополнительные образцы для повторения испытаний по последовательности В (см. 6.6).

Если изготовителем указано несколько способов установки испытуемых фотоэлектрических модулей, необходимо не менее шести образцов для каждого способа установки. При этом для всех способов установки достаточно одного контрольного образца.

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

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

Все компоненты фотоэлектрического модуля, для которых установлены специальные стандарты, должны соответствовать требованиям этих стандартов, о чем должно быть подтверждение в технической документации фотоэлектрического модуля, например сертификаты соответствия и т. п.

Маркировка и документация образцов должна соответствовать требованиям *ГОСТ Р 56980.2*.

Если конструкция/деталь, отличная от рамы, образует барьер с нижнего края фотоэлектрического модуля, указанный в разделе 1, она должна рассматриваться как часть испытуемых образцов. Она должна поставляться вместе с испытуемым образцом, или ее точное описание должно прилагаться к испытуемым образцам, и она должна быть точно воспроизведена для испытаний по настоящему стандарту.

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

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

5 Порядок проведения испытаний

Общий порядок проведения испытаний приведен на рисунке 1.

Пять или более испытуемых образцов проходят испытания по последовательности А до появления функциональных повреждений образцов. По результатам определяют предварительное значение предельной снеговой нагрузки. Один испытуемый образец проходит испытания по последовательности В для определения предельной нагрузки, при которой не происходит значимого ухудшения характеристик испытуемых фотоэлектрических модулей. Один испытуемый образец используют в качестве контрольного.

Все испытания, кроме выдержки и электролюминесцентного контроля, проводят по *ГОСТ Р 56980.2*.

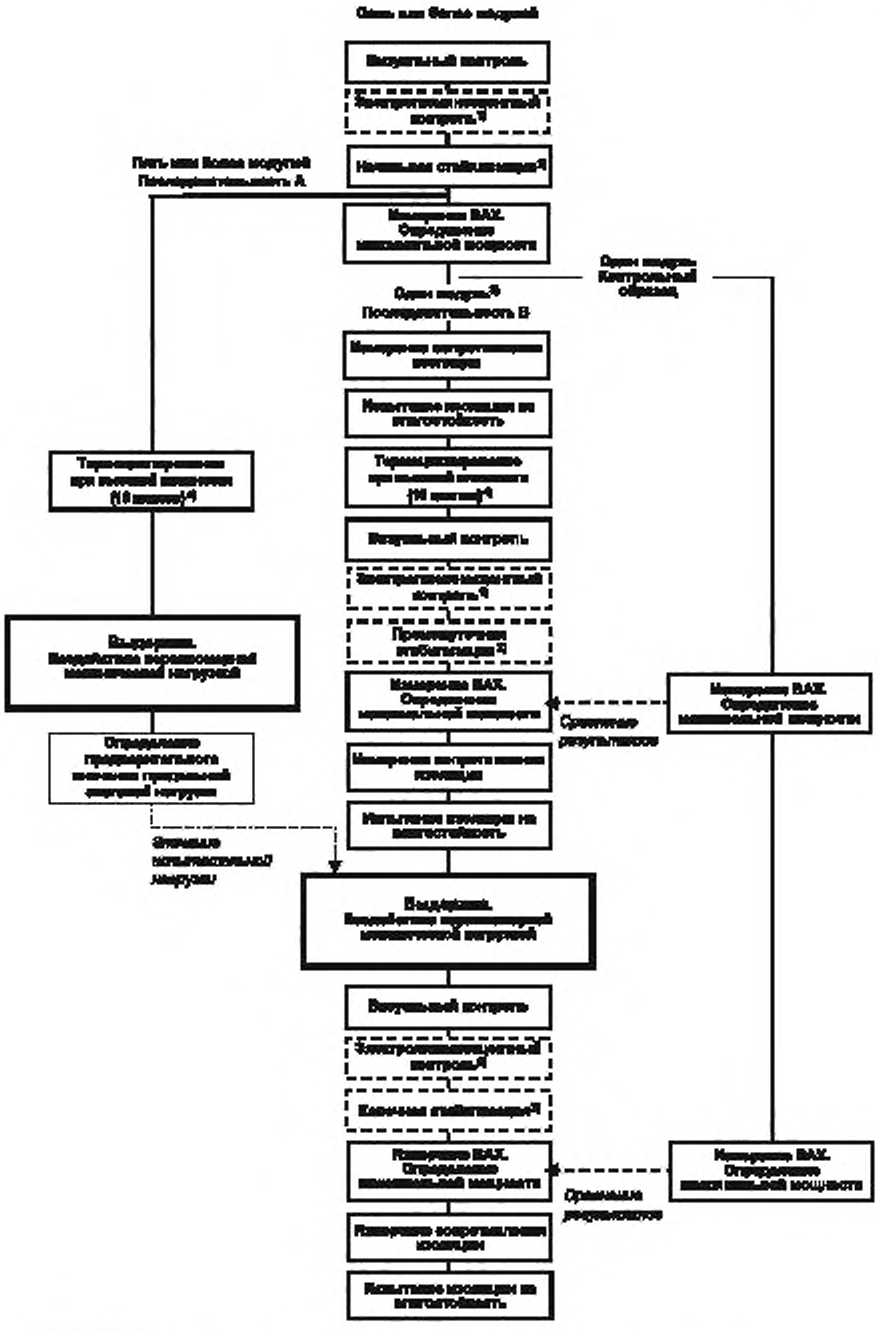
В дополнение к визуальному контролю может проводиться электролюминесцентный контроль для выявления таких дефектов, как микротрещины, растрескивания фотоэлектрических элементов (см. *[3]*). После выдержки электролюминесцентный контроль проводят, если его проводили при начальных испытаниях.

В зависимости от технологии изготовления испытуемых образцов для промежуточных и заключительных контрольных измерений может быть необходима дополнительная стабилизация. Рекомендуется проводить все измерения вольт-амперной характеристики (ВАХ) при стандартных условиях испытаний (СУИ), под имитатором солнечного излучения, т. к. результаты испытаний оценивают по деградации максимальной мощности при СУИ в соответствии с *ГОСТ Р 56980.1*.

При испытаниях по последовательности В заключительные испытания термоциклирования при высокой влажности, указанные в *ГОСТ Р 56980.2*, не проводят. Вместо них проводят испытания, приведенные в последовательности В на рисунке 1.

Если испытание по последовательности В не подтверждает значение предельной снеговой нагрузки, рассчитанной по результатам испытаний по последовательности А при минимальном коэффициенте запаса прочности 1,5, то может быть необходимо повторение один или несколько раз испытаний по последовательности В, каждый раз с новым дополнительным испытуемым образцом (см. 6.6).

Примечание — Обозначения отдельных испытаний по ГОСТ Р 56980.2, принятые в стандартах МЭК и используемые в примененном стандарте, см. ГОСТ Р 56980.2.



[1] Если необходимо.
[2] Если необходимо, в зависимости от технологии изготовления испытуемых образцов.
[3] Могут быть необходимы дополнительные образцы для повторных испытаний по последовательности В.
[4] Заключительные испытания, указанные в *ГОСТ Р 59980.2*, не проводят.
[5] Если проводили электрорадиационный контроль в начале испытаний.

Рисунок 1 — Общий порядок проведения испытаний

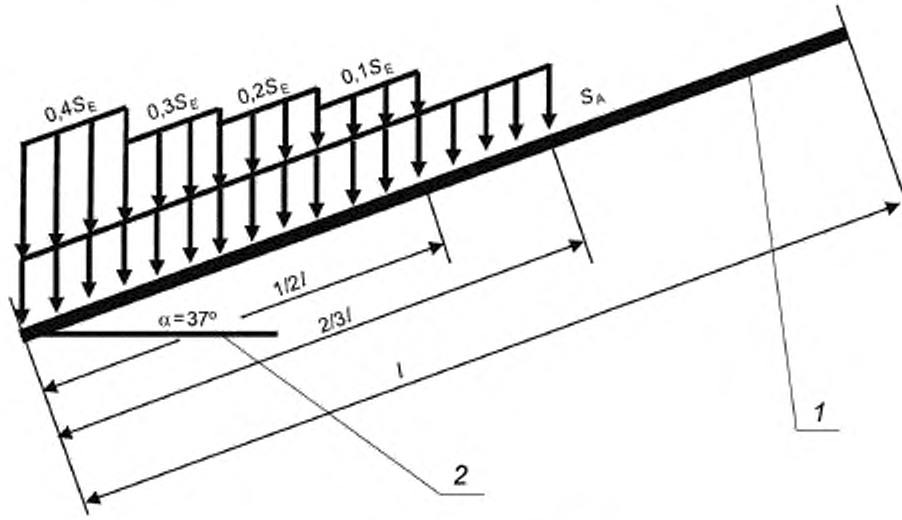
6 Выдержка: воздействие неравномерной механической нагрузкой

6.1 Испытательные нагрузки

Для проведения испытания считают, что снеговая нагрузка на установленные под наклоном фотоэлектрические модули, отвечающие ограничениям, указанным в разделе 1, аналогична снеговой нагрузке на односкатные покрытия зданий и сооружений (см. *СП 20.13330.2016, раздел 10*) и что снеговая нагрузка на нижний край фотоэлектрического модуля аналогична снеговой нагрузке на свес карниза односкатного покрытия здания/сооружения.

Предполагается, что в условиях эксплуатации снег может беспрепятственно соскальзывать по лицевой поверхности фотоэлектрического модуля.

Для проведения испытаний неравномерную снеговую нагрузку, действующую на испытуемый образец, представляют в виде двух вертикальных нагрузок: равномерной по всей площади приложения нагрузки S_A и пропорционально увеличивающейся к нижнему краю испытуемого образца нагрузки S_E, имитирующей вздутие снега. Схема распределения испытательной нагрузки приведена на рисунке 2.



1 — испытуемый образец; *2* — горизонтальная плоскость

Рисунок 2 — Схема распределения испытательной нагрузки

Испытательную нагрузку S_A рассчитывают по формуле

$$S_A = \mu \cdot S_K, \quad (1)$$

где μ — коэффициент формы снеговой нагрузки, учитывающий переход от веса снегового покрова земли к снеговой нагрузке на покрытие;

S_K — нормативная снеговая нагрузка, эквивалентная весу снегового покрова на 1 м^2 горизонтальной поверхности земли, Па.

Примечание — Нормативные значения веса снегового покрова (снеговой нагрузки на горизонтальную поверхность) для различных районов и городов РФ приведены в приложении А.

Коэффициент μ определяют по таблице 1.

Таблица 1 — Коэффициент μ при разных углах наклона фотоэлектрического модуля

Угол наклона фотоэлектрического модуля, α	α = 0°	0°< α ≤ 30°	30°< α < 60°	α ≥ 60°
μ	1	0,8	0,8 (60° – α)/30°	0,0

Испытательную нагрузку рассчитывают для наиболее критичного угла наклона фотоэлектрического модуля с точки зрения воздействия снеговых нагрузок. Наиболее критичным считается угол 37°. Для этого угла коэффициент μ принимают равным 0,61.

Если известно, что испытуемые фотоэлектрические модули будут устанавливаться при углах наклона, отличных от 37°, в качестве испытательной нагрузки при испытаниях по последовательности В допускается использовать нагрузку, рассчитанную для конкретных углов наклона по формулам, приведенным в приложении А.

Неравномерно распределенную вертикальную испытательную нагрузку S_E рассчитывают по формуле

$$S_E = S_A^2/\gamma, \quad (2)$$

где γ — удельный вес снега, Па.

Для испытаний по настоящему стандарту удельный вес снега принимают равным 3000 Па.

Значение испытательной нагрузки для каждого участка нагрузки S_E рассчитывают, умножая значение нагрузки S_E на коэффициент для этого участка, приведенный на рисунке 2, и длину нижнего торца испытуемого образца L_b. Например, нагрузку нижнего участка определяют как $0{,}4S_E \cdot L_b$.

Испытательная нагрузка, создаваемая элементами испытательного стенда, должна быть распределена следующим образом (см. рисунок 2).

- нагрузка S_A должна быть распределена вдоль нижнего края испытуемого образца вверх приблизительно, но не более чем на 2/3 размера образца *l*;
- нагрузка S_E должна быть распределена вдоль нижнего края испытуемого образца вверх приблизительно, но не более чем на 1/2 размера образца *l*.

Начальное значение S_K равно значению минимальной испытательной нагрузки при испытаниях на воздействие статической механической нагрузки по *ГОСТ Р 56980.2*: S_K = 2400 Па. Соответственно начальное значение испытательных нагрузок, с которых начинают воздействие на испытуемый образец при испытаниях по последовательности А:

- S_A = 1464 Па;
- S_E = 714 Па.

Шаг увеличения нагрузки установлен для нагрузки S_K и равен 200 Па. Увеличение нагрузок S_A и S_E для каждого следующего шага определяют по формулам (1) и (2).

Для фотоэлектрических модулей, интегрированных в конструкции зданий или аналогичные конструкции или установленных на них, распределение испытательной нагрузки может быть скорректировано с учетом распределения нагрузки для разных вариантов конструкций по СП 20.13330 и ГОСТ Р ИСО 4355, если это лучше отражает наиболее критичные условия эксплуатации по снеговой нагрузке. Если такая корректировка проводилась, это должно быть указано в протоколе испытаний вместе с обоснованием необходимости корректировки и ссылкой на СП 20.13330 и ГОСТ Р ИСО 4355 и вариантом нагрузки в нем, с учетом которого проведена корректировка.

6.2 Испытательное оборудование

Для проведения испытаний необходимо следующее испытательное оборудование:

1) испытательный стенд с основанием для установки испытуемого образца под углом 37° ± 1° к горизонту в соответствии с рекомендациями изготовителя и грузами или иными средства для создания требуемой нагрузки, отвечающими требованиям настоящего подраздела.

При установке традиционных плоских фотоэлектрических модулей с помощью зажимов длинной стороны рамы, как правило, используют поперечные балки в качестве несущей конструкции. Изгиб испытуемого образца под нагрузкой может привести к касанию его тыльного покрытия несущей конструкции. Возможность такой реакции образца на испытательную нагрузку должна быть учтена в испыта-

тельной установке (отсутствие свободного изгиба на испытательном стенде, если в действительности такое изгибание предотвращается под конструкцией).

Грузы или другие средства для создания нагрузки должны быть спроектированы таким образом, чтобы нагрузка прикладывалась к лицевой поверхности испытуемого образца плоско, равномерно и без крутящего момента.

Если в процессе проведения испытаний средства для создания нагрузки, например грузы, могут перемещаться по поверхности образца, их скольжение должно быть с минимальным трением, насколько это возможно. Например их поверхность, соприкасающаяся с испытуемым образцом, может быть покрыта политетрафторэтиленом. При скольжении средств для создания нагрузки на поверхности испытуемого образца не должны появиться истирания или царапины.

Если испытательную нагрузку создают с помощью точечных элементов испытательного стенда (см. рисунок 3), для достижения требуемой однородности нагрузки по поверхности (элементы испытательного стенда/площадь испытуемого образца) должны быть выполнены следующие условия:

- однородность поверхностной нагрузки должна соответствовать условию

$$\frac{\Sigma L_a}{L_b} \geq 0{,}9, \tag{3}$$

где L_a — длина элемента испытательного стенда, создающего нагрузку, вдоль торца в месте контакта с испытуемым образцом;

L_b — размер нижнего торца (ширина) испытуемого образца;

- количество контактных точек должно соответствовать условию

$$\frac{L_b}{L_a} \geq 5. \tag{4}$$

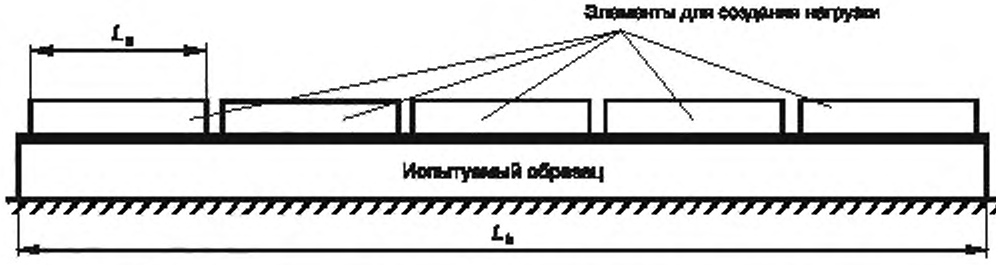


Рисунок 3 — Схема размещения испытуемого образца на испытательном стенде при создании нагрузки с помощью точечных элементов. Вид со стороны нижнего торца образца

Два соседних элемента испытательного стенда, создающих нагрузку, должны быть размещены с достаточным расстоянием между ними, чтобы избежать их прилипания друг к другу при изгибе рамы и смещении компонентов испытуемого образца.

Сила воздействия средств для создания нагрузки должна передаваться на нижний элемент рамы испытуемого образца, задерживающий в условиях эксплуатации снег.

Если в процессе проведения испытаний средства для создания нагрузки могут перемещаться по поверхности образца, они должны быть защищены от падения. При этом их фиксация не должна мешать требуемому распределению нагрузки по поверхности испытуемого образца.

Испытательный стенд должен быть оснащен средствами для контроля перемещений в стыке между рамой и ламинатом (например, при изгибе рамы):

2) фотоаппарат или видеокамера;

3) средства обнаружения и фиксации функциональных повреждений, указанных в 6.4;

4) средства контроля температуры окружающей среды и, если необходимо, средства для обеспечения ее значения на требуемом уровне (см. 6.3).

6.3 Проведение испытания по последовательности А (получение данных для определения предварительного значения предельной снеговой нагрузки)

Испытания проводят при температуре окружающей среды (25 ± 5) °С.

В общем случае проведение испытания при комнатной температуре (25 ± 5) °С является достаточно жестким условием, поскольку большинство клеев, используемых при изготовлении фотоэлектрических модулей, работают тем хуже, чем выше температура окружающей среды. Если клей, использованный при изготовлении испытуемых образцов, лучше работает при комнатной температуре, чем при более низких температурах, испытание следует проводить при температуре окружающей среды (0 ± 5) °С.

Общий порядок проведения испытания приведен на рисунке 4.

1) Испытуемый образец устанавливают на испытательном стенде под углом 37° ± 1° к горизонту в соответствии с рекомендациями изготовителя.

Для всех способов монтажа, указанных изготовителем, испытуемый образец устанавливают в варианте с наихудшим расположением точек крепления. Обычно это вариант с наибольшим расстоянием между точками крепления.

Фотографируют образец на испытательном стенде в ненагруженном состоянии (или делают видеозапись) и описывают особенности установки образца.

2) Нагружают испытуемый образец, как указано в 6.1 и 6.2, устанавливая начальную испытательную нагрузку, распределенную, как показано на рисунке 2, и соответствующую S_K = 2400 Па (S_A = 1464 Па; S_E = 714 Па). Допускается отклонение распределения испытательной нагрузки до ±10 % от распределения, указанного на рисунке 2.

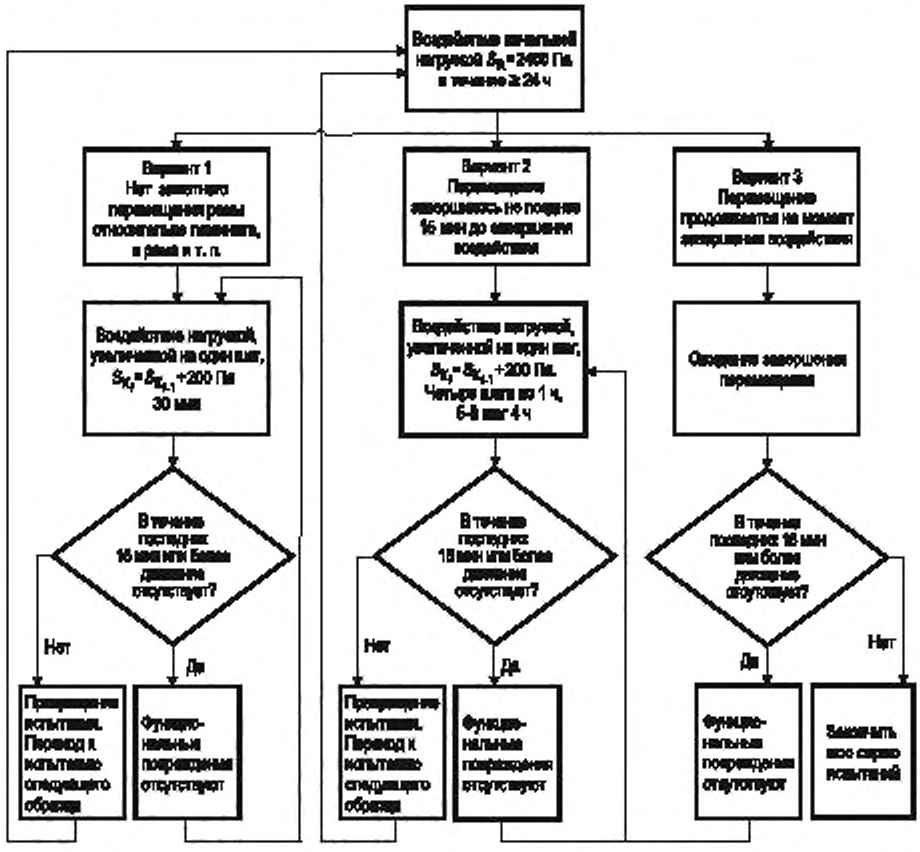


Рисунок 4 — Порядок проведения испытания на воздействие неравномерной статической механической нагрузки при испытаниях по последовательности А

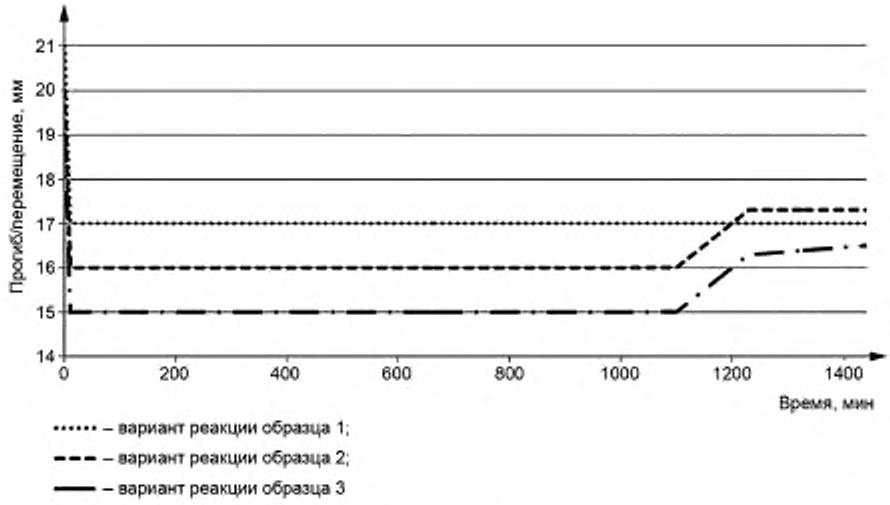


Рисунок 5 — Варианты графиков прогиба при статической нагрузке

3) Воздействуют на образец начальной испытательной нагрузкой не менее чем в течение 24 ч.

4) Как показано на рисунке 4, далее возможно три варианта реакции испытуемого образца на воздействие нагрузки и соответственно три варианта продолжения испытания. На рисунке 5 приведены графики, отражающие примерное поведение испытуемого образца в каждом случае.

Вариант 1. С момента начала воздействия нагрузкой перемещение в раме и т. п. отсутствует (график 1 на рисунке 5).

Нагрузку на испытуемый образец увеличивают на один шаг (шаг увеличения нагрузки соответствует увеличению $S_К$ на 200 Па) и оставляют ее не менее чем на 30 мин.

Если в течение как минимум последних 15 мин перемещение отсутствует, нагрузку увеличивают еще на один шаг.

Повторяют эту процедуру до появления функциональных повреждений испытуемого образца, указанных в 6.4. Фиксируют значение нагрузки $S_К$ для шага, предшествующего шагу, на котором появились функциональные повреждения, как предельную нагрузку для данного образца $S_{lim\ i} = S_К$.

После этого переходят к испытанию следующего образца, повторяя этапы 2) — 4).

Вариант 2. Во время воздействия начальной испытательной нагрузкой наблюдается перемещение, но в течение как минимум последних 15 мин оно отсутствует (график 2 на рисунке 5).

Нагрузку на испытуемый образец увеличивают на один шаг (шаг увеличения нагрузки соответствует увеличению $S_К$ на 200 Па) и оставляют ее не менее чем на 1 ч.

Продолжают пошагово увеличивать нагрузку на испытуемый образец до появления функциональных повреждений испытуемого образца, указанных в 6.4. Фиксируют значение нагрузки $S_К$ для шага, предшествующего шагу, на котором появились функциональные повреждения, как предельную нагрузку для данного образца $S_{lim\ i} = S_К$ (i — порядковый номер испытуемого образца).

Продолжительность воздействия для стабилизации перемещения:

- каждые четыре шага увеличения нагрузки — не менее 1 ч;
- каждый пятый шаг увеличения нагрузки — не менее 4 ч.

После этого переходят к испытанию следующего образца, повторяя этапы 2) — 4).

Вариант 3. На момент завершения воздействия начальной испытательной нагрузкой (через 24 ч или более) перемещение продолжается (график 3 на рисунке 5).

Ожидают, пока перемещение остановится.

Если перемещение не прекратилось до появления функциональных повреждений, указанных в 6.4, испытание образца прекращают. Фиксируют значение нагрузки $S_К$ как предельную нагрузку для данного образца $S_{lim\ i} = S_К$.

Если перемещение отсутствует в течение как минимум 15 мин, нагрузку на испытуемый образец увеличивают на один шаг (шаг увеличения нагрузки соответствует увеличению S_K на 200 Па) и оставляют ее не менее чем на 1 ч.

Продолжают пошагово увеличивать нагрузку на испытуемый образец до появления функциональных повреждений испытуемого образца, указанных в 6.4. Фиксируют значение нагрузки S_K для шага, предшествующего шагу, на котором появились функциональные повреждения, как предельную нагрузку для данного образца $S_{lim\,i} = S_K$.

Продолжительность воздействия для стабилизации перемещения:

- каждые четыре шага увеличения нагрузки — не менее 1 ч;
- каждый пятый шаг увеличения нагрузки — не менее 4 ч.

После этого переходят к испытанию следующего образца, повторяя этапы 2)— 4).

Учитываемым перемещением является перемещение минимум на 1,0 мм в одной из следующих точек:

- в точке 0,5 L_b нижнего элемента рамы — в направлении плоскости испытуемого образца;
- на левом и правом концах нижнего элемента рамы — в направлении плоскости испытуемого образца.

Также на каждом шаге увеличения испытательной нагрузки выполняют следующее:

- фотографируют образец на испытательном стенде под нагрузкой и/или делают видеозапись таким образом, чтобы фотографии или видеозапись давали полную картину размещения средств для создания нагрузки на образце, и описывают особенности установки образца;
- документируют дату, время воздействия и реакцию испытуемого образца;
- регистрируют перемещения с точностью не менее ±0,5 мм не реже одного раза в 5 мин в течение первого и последнего часа при воздействии начальной испытательной нагрузкой и непрерывно на последующих шагах увеличения нагрузки.

5) Повторяют этапы 1) — 4) с остальными образцами, испытуемыми по последовательности А.

6.4 Критерии функционального повреждения

Нарушение (клеевого) соединения между рамой модуля и стеклом/ламинатом может привести:

- к деформации рамы или каркаса;
- повреждению стекла;
- смещению деталей рамы или каркаса;
- повреждению частей рамы или каркаса;
- снижению/потере прочности адгезии;
- поломке или смещению крепежных деталей.

Кроме того, это может повлиять на электрические характеристики фотоэлектрического модуля из-за нарушения электрической изоляции модуля, а также повреждения фотоэлектрических элементов и коммутационной коробки.

К функциональным повреждениям, наличия которых достаточно для прекращения нагружения испытуемого образца по последовательности А и фиксации значения предельной нагрузки, относятся следующие повреждения:

- сломанные, потрескавшиеся или разорванные внешние поверхности, включая надстройки, подложки, рамы, направляющие и соединительные коробки;
- погнутые или смещенные внешние компоненты (остаточная деформация), включая внешние покрытия, рамы и коммутационные коробки, до такой степени, что установка и/или работа испытуемого фотоэлектрического модуля могут быть нарушены;
- потеря механической целостности до такой степени, что установка и/или работа испытуемого фотоэлектрического модуля могут быть нарушены.

6.5 Определение предварительного значения предельной снеговой нагрузки

По результатам испытаний по последовательности А определяют предварительное значение предельной снеговой нагрузки для данного типа фотоэлектрических модулей.

6.5.1 5 %-ный фрактиль предельной нагрузки

Для обработки результатов используют *t*-распределение Стьюдента со степенью свободы $n - 1$.

Количество испытаний n равно количеству образцов, испытанных по последовательности А ($n \geq 5$).

Предельную нагрузку, при которой появляются функциональные повреждения у не более 5 % испытанных образцов (5 %-ный фрактиль), определяют по формуле

$$S_{lim\,5\%} = \overline{S_{lim\,i}} - t_{0,95} \cdot \frac{S}{\sqrt{n}}, \quad i = 1, 2, ..., n, \tag{5}$$

где $\overline{S_{lim\,i}}$ — среднее значение предельной нагрузки n испытанных образцов;

i — порядковый номер испытанного образца;

$t_{0,95}$ — квантиль t-распределения Стьюдента при доверительном интервале 0,95 %;

S — стандартное отклонение предельной нагрузки n испытанных образцов;

n — количество образцов, испытанных по последовательности А (пять или более).

Значение квантиля $t_{0,95}$ находят по справочным таблицам для t-распределения Стьюдента в соответствии с количеством образцов, испытуемых по последовательности А.

6.5.2 Коэффициент запаса прочности

Для определения предварительного значения предельной снеговой нагрузки для данного типа фотоэлектрических модулей значение 5 %-ного фрактиля делят на коэффициент запаса прочности:

$$S_{lim\,pr} = \frac{S_{lim\,5\%}}{\gamma_m}, \tag{6}$$

где γ_m — коэффициент запаса прочности.

Исходя из компонентов, чувствительных к вибрациям и возможным динамическим нагрузкам, для испытания по настоящему стандарту, как и для испытания на воздействие статической механической нагрузки по *ГОСТ Р 56980.2* коэффициент запаса прочности больше или равен 1,5.

Значение $S_{lim\,pr}$ при γ_m = 1,5 является значением нагрузки S_K ($S_K = S_{lim\,pr}$) при проведении испытания по последовательности В (см. 6.6).

6.5.3 Пример

Предположим, испытание по последовательности А пяти образцов определило следующие значения предельной нагрузки, при которых появились функциональные повреждения образцов: 3652 Па; 2700 Па; 4025 Па; 3700 Па; 4250 Па.

Среднее значение нагрузки 3665 Па.

Стандартное отклонение S = 530 Па.

Квантиль распределения Стьюдента $t_{0,95}$ = 2,776.

5 %-ный фрактиль = 3160 Па.

Деление на коэффициент запаса прочности 1,5 дает предварительное значение предельной нагрузки $S_{lim\,pr}$ = 2107 Па.

Воздействие неравномерной механической нагрузкой по последовательности В (см. 6.6) следует проводить при значении нагрузки $S_K = S_{lim\,pr}$ = 2107 Па.

6.6 Проведение испытания по последовательности В (подтверждение значения предельной снеговой нагрузки)

Выполняют этапы 1)— 3) по 6.3 с одним испытуемым образцом, прошедшим все начальные испытания от первого визуального контроля до выдержки по последовательности В, указанные на рисунке 1.

Выполняют одно нагружение. Значение испытательных нагрузок S_A и S_E рассчитывают по формулам (1) и (2), исходя из того, что S_K равна предельной нагрузке, определенной по результатам испытаний по последовательности А: $S_K = S_{lim\,pr}$ (см. 6.5.2).

Проводят заключительные испытания для последовательности В, указанные на рисунке 1.

7 Оценка результатов испытаний

Фотоэлектрические модули считают успешно прошедшими испытания и значение нагрузки $S_K = S_{lim\,pr}$, использованное при проведении испытания по последовательности В, считают предельной снеговой нагрузкой для фотоэлектрических модулей данного, если испытуемый образец успешно выдержал все заключительные испытания по последовательности В:

- по результатам визуального контроля и электролюминесцентного контроля, если последний проводили, отсутствуют видимые функциональные повреждения, указанные в *ГОСТ Р 56980.1* и в 6.4;
- снижение максимальной мощности при СУИ не превышает 5 % от значения, полученного при начальных измерениях (выполняется условие *ГОСТ Р 56980.1*);
- сопротивление изоляции отвечает требованиям ГОСТ Р *56980.2*;
- сопротивление изоляции, измеренное при проведении испытания изоляции на влагостойкость, отвечает требованиям *ГОСТ Р 56980.2*.

Примечание — Полученные результаты относятся к фотоэлектрическим модулям данного типа, установленным тем способом, при котором проводились испытания, и с тем вариантом материалов, компонентов и технологии изготовления, который был у испытанных образцов.

Если хотя бы одно из указанных условий не выполняется, то испытания по последовательности В могут быть повторены с самого начала с дополнительным (запасным) образцом. Испытательная нагрузка при этом определяется по формуле (6) с увеличенным коэффициентом запаса прочности 1,75. Для определения значения предельной снеговой нагрузки испытуемых фотоэлектрических модулей испытания по последовательности В могут быть повторены последовательно на нескольких дополнительных образцах, увеличивая для каждого последующего испытуемого образца коэффициент запаса прочности на 0,25, пока результаты всех заключительных испытаний не будут успешными. Значение нагрузки S_K при испытании последнего образца по последовательности В считается предельной снеговой нагрузкой для данного типа фотоэлектрических модулей.

8 Протокол испытаний

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

a) наименование документа;

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

c) уникальную идентификацию протокола и каждой страницы;

d) наименование и адрес заказчика, когда это необходимо;

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

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

g) информацию о следующих компонентах или размерах:
- рама (тип, материал, размеры, производитель);
- тыльное покрытие (тип, материал, производитель);
- лицевое покрытие (тип, материал, размеры, производитель);
- клей между ламинатом и рамой (тип, материал, размеры, производитель);
- зажимы или винты, используемые для крепления модуля (тип/размеры);
- система или способ крепления (тип, материал, размеры, производитель);
- точки зажима или крепления;

h) характеристику и состояние испытанных образцов;

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

j) для каждого образца, испытанного по последовательности А:
- фотографии/видеоматериалы без нагрузки и с нагрузкой на каждом шаге увеличения нагрузки;
- для каждого шага увеличения нагрузки: номер шага или значение нагрузки S_K, время, реакция образца на воздействие нагрузки;
- значение предельной нагрузки;

k) значение предварительной предельной нагрузки, рассчитанной по результатам испытаний по последовательности А;

l) угол наклона испытуемых образцов к горизонту, при котором проводилось испытание, и конечное значение испытательной нагрузки с поправкой на угол наклона, рассчитанное по приложению А, если угол наклона не равен 37°;

m) время выдержки по последовательности B;

n) значение предельной снеговой нагрузки и конечное значение коэффициента запаса прочности по результатам испытаний по последовательности B;

p) описание всех отклонений, дополнений или исключений в процедурах проведения испытаний, а также любую иную информацию, характеризующую конкретное испытание, например описание условий окружающей среды;

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

r) воспроизводимость для максимальной мощности при СУИ, использованную при оценке деградации мощности в соответствии с *ГОСТ Р 56980.1*;

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

t) положение о том, что полученные результаты относятся только к испытанным образцам или только к тому типу модулей, который представлен испытанными образцами, установленным тем способом, при котором проводились испытания, и с тем вариантом материалов, компонентов и технологии изготовления, который был у испытанных образцов (когда это необходимо);

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

v) 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.

9 Повторные испытания при изменении конструкции, технологии изготовления или обработки фотоэлектрических модулей, замене материалов и компонентов

Изменения конструкции, материалов, компонентов, технологии изготовления или обработки фотоэлектрических модулей, прошедших испытания по настоящему стандарту (кроме изменения внешней проводки и электрических соединителей), могут привести к изменению прочностных свойств и реакции фотоэлектрических модулей на воздействие неравномерной снеговой нагрузки, поэтому в этом случае необходимо их повторное испытание по настоящему стандарту.

Повторное испытание выполняют в соответствии с *[2]*. Рекомендованные последовательности испытаний были выбраны для выявления неблагоприятных изменений в модифицированном изделии. Количество образцов для повторных испытаний и критерии оценки должны быть определены согласно соответствующим разделам/подразделам настоящего стандарта.

Приложение А
(справочное)

Учет условий эксплуатации и монтажа при испытательной нагрузке. Оценка применимости фотоэлектрических модулей в требуемых условиях

А.1 Нормативные значения веса снегового покрова на 1 м^2 горизонтальной поверхности земли для различных районов РФ

Для оценки применимости фотоэлектрических модулей в различных условиях эксплуатации и определения условий эксплуатации фотоэлектрических модулей предельную снеговую нагрузку, полученную в результате испытаний по настоящему стандарту, сравнивают с нормативными значениями веса снегового покрова на 1 м^2 горизонтальной поверхности земли S_g, установленными в СП 20.13330, и оценивают применимость фотоэлектрических модулей данного типа в различных районах Российской Федерации.

Для конкретных заданных условий эксплуатации S_g может быть изначально использована при расчете испытательной нагрузки. В этом случае соответствующее обоснование, указание района(ов) эксплуатации и значения S_g должны быть приведены в протоколе испытаний.

Значение S_g принимается в зависимости от снегового района по данным таблицы А.1 (СП 20.13330.2016, таблица 10.1). Карты районирования территории Российской Федерации по весу снегового покрова приведены на рисунках А.1—А.3. Нормативные значения веса снегового покрова для отдельных городов Российской Федерации приведены в таблице А.2.

Таблица А.1

Снеговые районы (по картам на рисунках А.1—А.3)	*I*	*II*	*III*	*IV*	*V*	*VI*	*VII*	*VIII*
S_g, кПа	*0,5*	*1,0*	*1,5*	*2,0*	*2,5*	*3,0*	*3,5*	*4,0*

Значения S_g, указанные в таблице А.1, *допускается уточнять в установленном порядке на основе данных организаций по гидрометеорологии для места установки фотоэлектрических модулей.* ***В этом случае значение S_g следует вычислять по формуле $S_g = S_{g,50}/1,4$, где $S_{g,50}$ — превышаемый в среднем один раз в 50 лет ежегодный максимум веса снегового покрова, определяемый на основе данных многолетних маршрутных снегосъемок о запасах воды в снеговом покрове на защищенных от прямого воздействия ветра участках местности.***

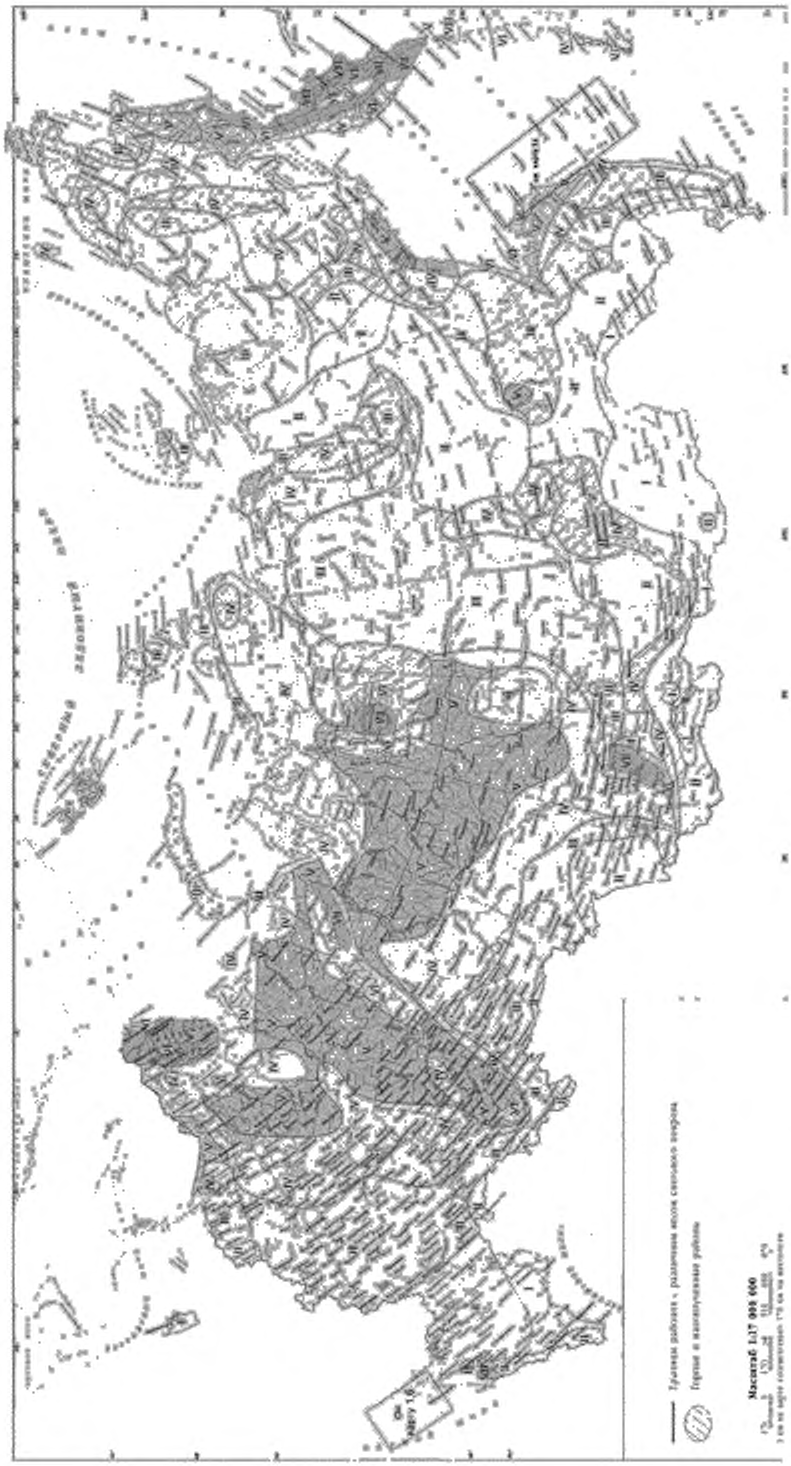


Рисунок А.1 — Карта 1. Районирование территории Российской Федерации по весу снегового покрова (по СП 20.13330)

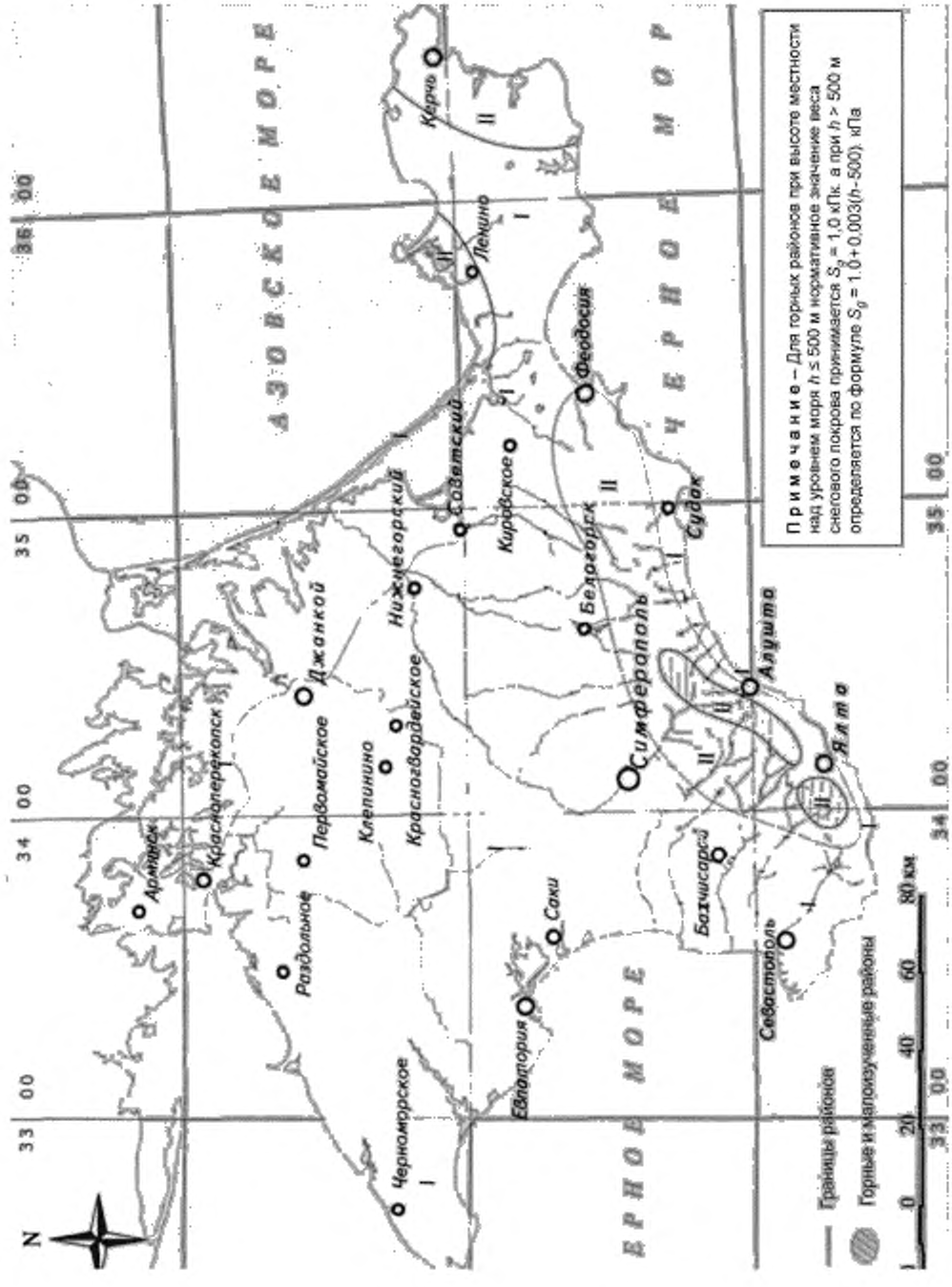


Рисунок А.2 — Карта 1.6. Районирование территории Республики Крым по весу снегового покрова (по СП 20.13330)


IV
VI
VII
VII
VII

Таблица А.2 — Нормативные значения веса снегового покрова для городов Российской Федерации

Город, населенный пункт	S_g, кПа	Город, населенный пункт	S_g, кПа	Город, населенный пункт	S_g, кПа
Республика Адыгея (Адыгея)		Волгоградская область		Республика Калмыкия	
1. Майкоп	0,90	1. Волгоград	1,00	1. Элиста	0,70
Алтайский край Республика Алтай		2. Волжский	1,00	Калужская область	
1. Барнаул	1,55	3. Камышин	1,55	1. Калуга	1,90
2. Бийск	2,15	Вологодская область		Камчатский край	
3. Горно-Алтайск	1,90	1. Вологда	1,85	1. Петропавловск-Камчатский	4,10
4. Рубцовск	1,00	2. Череповец	1,85	Карачаево-Черкесская Республика	
Амурская область		Воронежская область		1. Черкесск	0,60
1. Благовещенск	0,50	1. Воронеж	1,55	Республика Карелия	
Архангельская область		Республика Дагестан		1. Петрозаводск	1,70
1. Архангельск	1,80	1. Каспийск	0,60	Кемеровская область	
2. Северодвинск	2,25	2. Махачкала	0,60	1. Кемерово	1,80
Астраханская область		3. Хасавюрт	0,65	2. Киселевск	1,60
1. Астрахань	0,40	Еврейская автономная область		3. Междуреченск	3,50
Республика Башкортостан		1. Биробиджан	0,95	4. Новокузнецк	1,80
1. Нефтекамск	2,05	Забайкальский край		5. Прокопьевск	1,60
2. Октябрьский	1,85	1. Чита	0,40	Кировская область	
3. Салават	2,45	Ивановская область		1. Киров	2,10
4. Стерлитамак	2,20	1. Иваново	1,70	Республика Коми	
5. Уфа	2,45	2. Кинешма	1,90	1. Сыктывкар	2,45
Белгородская область		Республика Ингушетия		2. Ухта	2,15
1. Белгород	1,55	1. Назрань	0,65	Костромская область	
2. Старый Оскол	1,55	Иркутская область		1. Кострома	1,80
Брянская область		1. Ангарск	1,05	Краснодарский край	
1. Брянск	1,50	2. Братск	1,25	1. Армавир	0,85
Республика Бурятия		3. Иркутск	1,05	2. Краснодар	1,10
1. Улан-Удэ	0,45	4. Усть-Илимск	1,25	3. Кропоткин	0,70
Владимирская область		Кабардино-Балкарская Республика		Красноярский край	
1. Владимир	1,85	1. Нальчик	0,50	1. Ачинск	1,25
2. Ковров	1,60	Калининградская область		2. Канск	1,10
3. Муром	1,55	1. Калининград	0,80	3. Красноярск	1,35
4. Норильск	2,40	Нижегородская область		2. Новочеркасск	0,85
Республика Крым		1. Арзамас	1,60	3. Новошахтинск	0,80
1. Евпатория	0,45	2. Нижний Новгород	2,10	4. Ростов-на-Дону	0,85

Продолжение таблицы А.2

Город, населенный пункт	S_g, кПа	Город, населенный пункт	S_g, кПа	Город, населенный пункт	S_g, кПа
2. Ялта	0,50	3. Саров	1,65	5. Таганрог	0,85
Курганская область		Новгородская область		6. Шахты	0,80
1. Курган	1,30	1. Великий Новгород	1,55	Рязанская область	
Курская область		Новосибирская область		1. Рязань	1,55
1. Железногорск	1,40	1. Бердск	1,60	Самарская область	
2. Курск	1,25	2. Новосибирск	1,60	1. Новокуйбышевск	1,80
Ленинградская область		Омская область		2. Самара	1,60
1. Выборг	1,80	1. Омск	1,35	3. Сызрань	1,55
2. Гатчина	1,40	Оренбургская область		4. Тольятти	1,65
3. Пушкин	1,30	1. Бузулук	1,30	Саратовская область	
4. Санкт-Петербург	1,30	2. Оренбург	1,25	1. Саратов	1,40
Липецкая область		3. Орск	1,20	2. Энгельс	1,40
1. Елец	1,35	Орловская область		Республика Саха (Якутия)	
2. Липецк	1,50	1. Орел	1,40	1. Якутск	0,70
Магаданская область		Пензенская область		Сахалинская область	
1. Магадан	1,35	1. Кузнецк	1,80	1. Южно-Сахалинск	3,85
Республика Марий Эл		2. Пенза	1,45	Свердловская область	
1. Йошкар-Ола	1,80	Пермский край		1. Екатеринбург	1,35
Республика Мордовия		1. Березники	2,45	2. Каменск-Уральский	1,25
1. Саранск	1,60	2. Пермь	1,95	3. Нижний Тагил	1,50
Московская область		3. Соликамск	2,60	4. Первоуральск	1,40
1. Дмитров	1,45	4. Чайковский	1,85	5. Серов	1,55
2. Клин	1,85	Приморский край		Республика Северная Осетия — Алания	
3. Коломна	1,45	1. Уссурийск	0,70	1. Владикавказ	0,85
4. Москва	1,45	Псковская область		Смоленская область	
5. Сергиев Посад	1,60	1. Великие Луки	1,10	1. Смоленск	1,60
6. Серпухов	1,50	2. Псков	1,30	Ставропольский край	
Мурманская область		Ростовская область		1. Ессентуки	0,65
Мурманск	3,20	1. Волгодонск	0,85	2. Кисловодск	0,65
3. Невинномысск	0,75	Тульская область		Ульяновская область	
4. Пятигорск	0,45	1. Новомосковск	1,45	1. Ульяновск	1,40
6. Ставрополь	0,95	2. Тула	1,60	2. Димитровград	2,06

Окончание таблицы А.2

Город, населенный пункт	S_g, кПа	Город, населенный пункт	S_g, кПа	Город, населенный пункт	S_g, кПа
Тамбовская область		Тюменская область		Хабаровский край	
1. Мичуринск	1,50	1. Тобольск	1,55	1. Комсомольск-на-Амуре	1,25
2. Тамбов	1,40	2. Тюмень	1,60	2. Хабаровск	1,10
Республика Татарстан (Татарстан)		Ханты-Мансийский автономный округ – Югра		Челябинская область	
				1. Златоуст	1,85
1. Альметьевск	1,85	3. Нефтеюганск	1,80	2. Копейск	1,20
2. Бугульма	2,55	4. Нижневартовск	2,30	3. Магнитогорск	1,30
3. Казань	2,30	5. Сургут	1,80	4. Миасс	1,10
4. Набережные Челны	2,25	6. Ханты-Мансийск	1,95	5. Челябинск	1,20
5. Нижнекамск	2,10	Ямало-Ненецкий автономный округ		Чеченская Республика	
Тверская область		7. Новый Уренгой	2,55	1. Грозный	0,45
1. Тверь	1,60	Удмуртская Республика		Чувашская Республика — Чувашия	
Томская область		1. Воткинск	2,35	1. Новочебоксарск	
1. Северск	2,15	2. Глазов	1,70	2. Чебоксары	1,95
2. Томск	2,15	3. Ижевск	2,15	Ярославская область	1,95
Республика Тыва		4. Сарапул	1,80	1. Рыбинск	2,00
1. Кызыл	0,50			2. Ярославль	1,80

При использовании карты, приведенной на рисунке А.1, для горных районов при высоте местности над уровнем моря h ≤ 500 м нормативное значение веса снегового покрова принимают равным S_g для соответствующего снегового района. При h > 500 м нормативное значение веса снегового покрова определяют по формуле: $S_g(h) = S_g + k_h(h – 500)$, кПа, где k_h определяется по таблице А.3, или по данным организаций по гидрометеорологии. Для мест в горных и малоизученных районах, выделенных на картах на рисунках А.1—А.3, и в местах со сложным изменением рельефа и высотой над уровнем моря более 500 м нормативное значение веса снегового покрова определяют по данным гидрометеорологических организаций.

Таблица А.3 — Высотный коэффициент k_h для горных районов РФ (по СП 20.13330)

Территориальный район РФ	Снеговой район	k_h
Республика Дагестан	II	0,001
Краснодарский край		
Адлерский район	VII	0,0075
Остальные районы	II	0,005

Окончание таблицы А.3

Территориальный район РФ	*Снеговой район*	k_n
Ставропольский край	*II*	*0,001*
Эвенский автономный округ	*VI*	*0,001*
Красноярский край		
Кемеровская область, Кузнецкий Алатау, Горная Шория	*VI, VII*	*0,0068*
Саянский хр., Куртушибинский хр.	*IV*	*0,0063*
Северо-Енисейский район	*VI*	*0,0028*
Республика Бурятия, хр. Хавар Дабам	*IV*	*0,002*
Байкальский хр.	*IV*	*0,0046*
Республика Якутия, Алданское нагорье	*III*	*0,002*

А.2 Испытательная нагрузка при угле установки фотоэлектрических модулей, отличном от 37°

Если известно, что испытуемые фотоэлектрические модули будут устанавливаться при углах наклона, отличных от 37°, в качестве испытательной нагрузки при испытаниях по последовательности В может быть использована нагрузка, рассчитанная для конкретных углов наклона. В этом случае предварительную предельную нагрузку рассчитывают по формулам:

Для $0° \le \alpha \le 30°$:

$$S_{lim\,pr}\big|_{0° \le \alpha \le 30°} = \frac{S_{lim\,pr\,37°}}{0,61} \cdot 0,6; \quad \text{(А.1)}$$

для $30° < \alpha < 60°$:

$$S_{lim\,pr}\big|_{30° < \alpha < 60°} = \frac{S_{lim\,pr\,37°}}{0,61} \cdot 0,8\,\frac{(60-\alpha)}{30}; \quad \text{(А.2)}$$

для $\alpha \ge 60°$:

$$S_{lim\,pr}\big|_{\alpha \ge 60°} = \frac{S_{lim\,pr\,37°}}{0,61} \cdot 0,6, \quad \text{(А.3)}$$

где $S_{lim\,pr\,37°}$ — предварительное значение предельной снеговой нагрузки при угле наклона фотоэлектрических модулей 37°.

Приложение ДА
(справочное)

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

Таблица ДА.1

Обозначение ссылочного национального стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование ссылочного международного стандарта
ГОСТ Р 56980.1—2020 (МЭК 61215-1:2016)	MOD	IEC 61215-1:2016 «Модули фотоэлектрические наземные. Оценка конструкции и утверждение типа. Часть 1. Требования к испытаниям»
ГОСТ Р 56980.2—2020 (МЭК 61215-2:2016)	MOD	IEC 61215-2:2016 «Модули фотоэлектрические наземные. Оценка конструкции и утверждение типа. Часть 2. Методики испытаний»
Примечание — В настоящей таблице использовано следующее условное обозначение степени соответствия стандартов: - MOD — модифицированные стандарты.		

Приложение ДБ
(справочное)

Сопоставление структуры настоящего стандарта со структурой примененного в нем международного стандарта

Таблица ДБ.1

Структура настоящего стандарта	Структура международного стандарта МЭК 62938.2020
1 Область применения (раздел 1, раздел 5)	1 Область применения
2 Нормативные ссылки	2 Нормативные ссылки
3 Термины и определения	3 Термины и определения
4 Отбор образцов	4 Отбор образцов
5 Порядок проведения испытаний (6.3, 7.1—7.6)	5 Предварительные условия
6 Выдержка: воздействие неравномерной механической нагрузкой	6 Испытания
6.1 Испытательные нагрузки (7.7.2)	6.1 Общие положения
6.2 Испытательное оборудование (7.7.3)	6.2 Прогнозы результатов испытаний
6.3 Проведение испытания по последовательности А (получение данных для определения предварительного значения предельной снеговой нагрузки) (7.7.4)	6.3 План испытаний
6.4 Критерии функционального повреждения (раздел 8, 6.2)	7 Процедуры испытаний
6.5 Определение предварительного значения предельной снеговой нагрузки	7.1 Визуальный контроль
6.5.1 5 %-ный фрактиль предельной нагрузки (раздел 9, 10.2)	7.2 Определение максимальной мощности
6.5.2 Коэффициент запаса прочности (раздел 9, 10.3)	7.3 Измерение сопротивления изоляции
6.5.3 Пример (10.4)	7.4 Испытание изоляции на влагостойкость
6.6 Проведение испытания по последовательности В (подтверждение значения предельной снеговой нагрузки) (7.7.4, раздел 9)	7.5 Термоциклирование при высокой влажности
7 Оценка результатов испытаний (раздел 9)	7.6 Электролюминесцентный контроль
8 Протокол испытаний (раздел 11)	7.7 Испытание на неравномерную снеговую нагрузку
9 Повторные испытания при изменении конструкции, технологии изготовления или обработки фотоэлектрических модулей, замене материалов и компонентов (раздел 12)	7.7.1 Цель
Приложение А Учет условий эксплуатации и монтажа в испытательной нагрузке. Оценка применимости фотоэлектрических модулей в требуемых условиях	7.7.2 Спецификация нагрузки
Приложение ДА Сведения о соответствии ссылочных национальных стандартов международным стандартам, использованным в качестве ссылочных в примененном международном стандарте	7.7.3 Испытательное оборудование

Окончание таблицы ДБ.1

Структура настоящего стандарта	Структура международного стандарта МЭК 62938:2020
Приложение ДБ Сопоставление структуры настоящего стандарта со структурой примененного в нем международного стандарта	7.7.4 Процедура
Библиография	8 Критерии функциональных повреждений
	9 Проверка результатов испытаний
	10 Статистический анализ
	10.1 Общие положения
	10.2 Значение 5 %-ного фрактиля распределения Стьюдента
	10.3 Коэффициент запаса
	10.4 Пример
	10.5 Квантили *t*-распределения (распределения Стьюдента)
	11 Протокол испытаний
	12 Модификации
	Приложение А Использование полученных значений
	Библиография

Библиография

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

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

[3] IEC/TS 60904-13:2018 *Приборы фотоэлектрические. Часть 13. Электролюминесценция фотоэлектрических модулей [Photovoltaic devices — Part 13: Electroluminescence of photovoltaic modules]*

УДК 697.329:006.354 ОКС 27.160

Ключевые слова: фотоэлектрические модули, неравномерная снеговая нагрузка, предельная снеговая нагрузка, испытания

Редактор *Л.В. Коретникова*
Технический редактор *И.Е. Черепкова*
Корректор *М.И. Першина*
Компьютерная верстка *А.Н. Золотаревой*

Сдано в набор 26.10.2021. Подписано в печать 22.11.2021. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 3,72. Уч.-изд. л. 3,34.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Создано в единичном исполнении в ФГБУ «РСТ» 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