ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 56124.9.6— 2023 (IEC/TS 62257-9-6:2019)

СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ НА ОСНОВЕ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ ДЛЯ СЕЛЬСКОЙ ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ

Часть 9-6

Фотоэлектрические системы. Оценка и выбор индивидуальных автономных систем по степени обеспечения нагрузки

[IEC/TS 62257-9-6:2019, Renewable energy and hybrid systems for rural electrification — Part 9-6: Integrated systems — Recommendations for selection of Photovoltaic Individual Electrification Systems (PV-IES), MOD]

Издание официальное

Москва
Российский институт стандартизации
2023

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 ПОДГОТОВЛЕН Обществом с ограниченной ответственностью «ВИЭСХ-Возобновляемые источники энергии» (ООО «ВИЭСХ-ВИЭ») на основе собственного перевода на русский язык англоязычной версии документа, 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 29 сентября 2023 г. № 1014-ст

4 Настоящий стандарт является модифицированным по отношению к международному документу IEC/TS 62257-9-6:2019 «Гибридные электростанции на основе возобновляемых источников энергии, предназначенные для сельской электрификации. Часть 9-6. Интегрированные системы. Рекомендации по выбору фотоэлектрических индивидуальных систем электрификации (PV-IES)» (IEC/TS 62257-9-6:2019 «Renewable energy and hybrid systems for rural electrification — Part 9-6: Integrated systems — Recommendations for selection of Photovoltaic Individual Electrification Systems (PV-IES)») 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.

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

Примеры знаков безопасности, которые должны быть установлены на индивидуальных автономных фотоэлектрических системах, приведены в дополнительном приложении ДА.

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

Сопоставление структуры настоящего стандарта со структурой примененного в нем международного документа приведено в дополнительном приложении ДВ

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 (*gost.e-ecolog.ru

© IEC, 2019
© Оформление. ФГБУ «Институт стандартизации», 2023

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

Содержание

1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 1
3 Термины и определения 4
4 Требования к фотоэлектрическим системам 5
4.1 Состав фотоэлектрических систем 5
4.2 Общие требования к фотоэлектрическим системам 6
4.3 Требования к компонентам 6
4.4 Технические характеристики 8
4.5 Знаки и надписи 10
4.6 Требования к документации 10
5 Требования к описанию условий работы фотоэлектрической системы 10
5.1 Условия эксплуатации 10
5.2 Нагрузка 12
6 Показатели степени обеспечения нагрузки 12
6.1 Индексы выполнения функции 12
6.2 Взвешенные индексы выполнения функций 14
6.3 Индекс обеспечения нагрузки 14
7 Испытания на определение степени обеспечения нагрузки 15
7.1 Порядок проведения испытаний 15
7.2 Основные неисправности и видимые функциональные повреждения 17
7.3 Отбор и подготовка образцов 17
7.4 Начальные, промежуточные и заключительные испытания 19
7.5 Электроснабжение нагрузки при благоприятных условиях по приходу суммарной солнечной радиации 20
7.6 Электроснабжение нагрузки при неблагоприятных условиях по приходу суммарной солнечной радиации 22
8 Оценка и выбор 24
8.1 Общие положения 24
8.2 Определение условий работы фотоэлектрической системы 24
8.3 Оценка характеристик фотоэлектрической системы в заданных условиях работы 25
8.4 Выбор фотоэлектрических систем для сравнения 25
8.5 Оценка фотоэлектрической системы по степени обеспечения нагрузки 25
8.6 Выбор фотоэлектрической системы по степени обеспечения нагрузки 25
Приложение *А* (справочное) Пример формы суточной записи испытаний на электроснабжение нагрузки 27
Приложение ДА (справочное) Примеры знаков безопасности, которые должны быть установлены на индивидуальных автономных фотоэлектрических системах 30
Приложение ДБ (справочное) Сведения о соответствии ссылочных национальных и межгосударственных стандартов международным стандартам, использованным в качестве ссылочных в примененном международном документе 32
Приложение ДВ (справочное) Сопоставление структуры настоящего стандарта со структурой примененного в нем международного документа 33
Библиография 35

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ НА ОСНОВЕ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ ДЛЯ СЕЛЬСКОЙ ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ

Часть 9-6

**Фотоэлектрические системы.
Оценка и выбор индивидуальных автономных систем по степени обеспечения нагрузки**

Power supply systems based on renewable energy sources for rural electrification. Part 9.6. Photovoltaic systems. Evaluation and selection of individual stand-alone systems depending on the degree of providing electrical loads

Дата введения — 2023—11—01

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на автономные фотоэлектрические системы, предназначенные для электроснабжения индивидуальных потребителей в сельской местности. Стандарт устанавливает методику оценки и выбора систем по степени обеспечения нагрузки для конкретного набора условий эксплуатации, размещения фотоэлектрических модулей и работы нагрузки, для типа объектов или конкретного объекта, характеризующихся вышеуказанным набором условий.

Настоящий стандарт в том числе распространяется на фотоэлектрическую часть индивидуальных гибридных систем электроснабжения на основе возобновляемых источников энергии для сельской электрификации (см. также [*1*]).

Настоящий стандарт также применим для любых автономных фотоэлектрических систем для электроснабжения отдельного объекта или группы объектов, а также для переносных и мобильных фотоэлектрических систем.

Настоящий стандарт также может быть применим для оценки индивидуальных фотоэлектрических систем, подключенных к распределительной электрической сети. В этом случае должна быть внесена корректировка, учитывающая работу системы с сетью.

Методика, установленная в настоящем стандарте, отражает только один из аспектов оценки индивидуальных автономных фотоэлектрических систем. При оценке и выборе систем также учитывают экономические критерии (стоимость, окупаемость и пр.) (см. *ГОСТ Р 56124.2*, а также [*1*]) и другие критерии, например: размер площади для размещения фотоэлектрических модулей, экологические, эстетические, социальные критерии и т. д.

Метод, установленный в настоящем стандарте, может быть дополнен другими критериями оценки без изменения процедуры испытаний или объединен с другими методами выбора и оценки фотоэлектрических систем по другим критериям.

При ссылке на то, что фотоэлектрическая система испытана по настоящему стандарту, должны быть указаны условия работы фотоэлектрической системы, для которых проводились испытания (см. *раздел 5* и *8.2*).

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

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 14254 (IEC 60529:2013) Степени защиты, обеспечиваемые оболочками (Код IP)

ГОСТ 18311 Изделия электротехнические. Термины и определения основных понятий

ГОСТ 19431 Энергетика и электрификация. Термины и определения

Издание официальное

ГОСТ 28203 (МЭК 68-2-6-82) Основные методы испытаний на воздействие внешних факторов. Часть 2. Испытания. Испытание Fc и руководство: Вибрация (синусоидальная)

ГОСТ 30630.1.2 Методы испытаний на стойкость к механическим внешним воздействующим факторам машин, приборов и других технических изделий. Испытания на воздействие вибрации

ГОСТ 30804.6.3 (IEC 61000-6-3:2006) Совместимость технических средств электромагнитная. Электромагнитные помехи от технических средств, применяемых в жилых, коммерческих зонах и производственных зонах с малым энергопотреблением. Нормы и методы испытаний

ГОСТ 30805.14.1 (CISPR 14-1:2005) Совместимость технических средств электромагнитная. Бытовые приборы, электрические инструменты и аналогичные устройства. Радиопомехи индустриальные. Нормы и методы измерений

ГОСТ 30805.14.2 (CISPR 14-2:2001) Совместимость технических средств электромагнитная. Бытовые приборы, электрические инструменты и аналогичные устройства. Устойчивость к электромагнитным помехам. Требования и методы испытаний

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

ГОСТ IEC 60332-1-2 Испытания электрических и оптических кабелей в условиях воздействия пламени. Часть 1-2. Испытание на нераспространение горения одиночного вертикально расположенного изолированного провода или кабеля. Проведение испытания при воздействии пламенем газовой горелки мощностью 1 кВт с предварительным смешением газов

ГОСТ IEC 60947-1 Аппаратура распределения и управления низковольтная. Часть 1. Общие правила

ГОСТ IEC 61000-3-2 Электромагнитная совместимость (ЭМС). Часть 3-2. Нормы. Нормы эмиссии гармонических составляющих тока (оборудование с выходным током не более 16 А на фазу)

ГОСТ IEC 62262 Электрооборудование. Степени защиты, обеспечиваемой оболочками от наружного механического удара (код IK)

ГОСТ Р 8.568 Государственная система обеспечения единства измерений. Аттестация испытательного оборудования. Основные положения

ГОСТ Р 50571.4.41/МЭК 60364-4-41:2017 Электроустановки низковольтные. Часть 4-41. Защита для обеспечения безопасности. Защита от поражения электрическим током

ГОСТ Р 50571.5.52/МЭК 60364-5-52:2009 Электроустановки низковольтные. Часть 5-52. Выбор и монтаж электрооборудования. Электропроводки

ГОСТ Р 50571.5.54/МЭК 60364-5-54:2011 Электроустановки низковольтные. Часть 5-54. Выбор и монтаж электрооборудования. Заземляющие устройства, защитные проводники и защитные проводники уравнивания потенциалов

ГОСТ Р 50571.7.712—2013/МЭК 60364-7-712:2002 Установки низковольтные. Часть 7-712. Требования к специальным электроустановка или местам их расположения. Системы питания с использованием фотоэлектрических (ФЭ) солнечных батарей

ГОСТ Р 51597 Нетрадиционная энергетика. Модули солнечные фотоэлектрические. Типы и основные параметры

ГОСТ Р 53165 (МЭК 60095-1:2018) Батареи стартерные свинцово-кислотные. Часть 1. Общие требования и методы испытаний

ГОСТ Р 56124.2 (IEC/TS 62257-2:2004) Возобновляемая энергетика. Гибридные электростанции на основе возобновляемых источников энергии, предназначенные для сельской электрификации. Рекомендации. Часть 2. Из требований по классификации систем электроснабжения

ГОСТ Р 56124.5 (IEC/TS 62257-5:2005) Возобновляемая энергетика. Гибридные электростанции на основе возобновляемых источников энергии, предназначенные для сельской электрификации. Рекомендации. Часть 5. Электробезопасность

ГОСТ Р 56124.6 (IEC/TS 62257-6:2005) Возобновляемая энергетика. Гибридные электростанции на основе возобновляемых источников энергии, предназначенные для сельской электрификации. Рекомендации. Часть 6. Приемка, эксплуатация, техническое обслуживание и замена оборудования

ГОСТ Р 56978—2016 (IEC/TS 62548:2013) Батареи фотоэлектрические. Технические условия

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

ГОСТ Р 56980.1 (МЭК 61215-1:2021) Модули фотоэлектрические. Оценка соответствия техническим требованиям. Часть 1. Общие требования

ГОСТ Р 56980.1.3 (МЭК 61215-1-3:2022) Модули фотоэлектрические. Оценка соответствия техническим требованиям. Часть 1-3. Специальные требования к испытаниям тонкопленочных фотоэлектрических модулей на основе аморфного кремния

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

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

ГОСТ Р 56982 (МЭК 62509:2010) Системы фотоэлектрические. Контроллеры заряда. Рабочие характеристики, функционирование и испытания

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

ГОСТ Р 57229 (МЭК 62817:2014) Системы фотоэлектрические. Устройства слежения за Солнцем. Технические условия

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

ГОСТ Р 57903—2017 (МЭК 62253:2011) Системы фотоэлектрические. Автономные насосные системы для подачи воды. Определение выходных характеристик. Выбор и оценка

ГОСТ Р 58649 (МЭК 61829:2015) Батареи фотоэлектрические. Измерение вольт-амперных характеристик в натурных условиях

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

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

ГОСТ Р 59789 (МЭК 62305-3:2010) Молниезащита. Часть 3. Защита зданий и сооружений от повреждений и защита людей и животных от электротравматизма

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

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

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

ГОСТ Р МЭК 61427-1 Аккумуляторы и аккумуляторные батареи для возобновляемых источников энергии. Общие требования и методы испытаний. Часть 1. Применение в автономных фотоэлектрических энергетических системах

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

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

ГОСТ Р МЭК 62093 Системы фотоэлектрические. Компоненты фотоэлектрических систем. Методы испытаний на стойкость к внешним воздействиям

ГОСТ Р МЭК 62124—2013 Системы фотоэлектрические автономные. Проверка работоспособности

ГОСТ Р МЭК 62305-1 Менеджмент риска. Защита от молнии. Часть 1. Общие принципы

ГОСТ Р МЭК 62305-2 Менеджмент риска. Защита от молнии. Часть 2. Оценка риска

ГОСТ Р МЭК 62305-4 Защита от молнии. Часть 4. Защита электрических и электронных систем внутри зданий и сооружений

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

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины по *ГОСТ Р 58809.1*, *ГОСТ Р 57903*, *ГОСТ 19431* и *ГОСТ 18311*, а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **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.

3.2 **автономная фотоэлектрическая система** [stand-alone photovoltaic (PV) system]: Фотоэлектрическая система, не подключенная к распределительной электрической сети.

3.3 **индивидуальная фотоэлектрическая система** [individual photovoltaic (PV) system]: Фотоэлектрическая система, обеспечивающая электроэнергией одного потребителя.

3.4 **фотоэлектрическая батарея;** ФБ (photovoltaic array; PV array): Устройство, состоящее из электрически соединенных фотоэлектрических модулей, генерирующее постоянный электрический ток под воздействием солнечного излучения и включающее также все компоненты, обеспечивающие электрические и механические соединения внутри батареи и с внешними устройствами, конструкциями, компоненты защиты и компоненты коммутации.

Примечания

1 В соответствии с *ГОСТ Р 56978—2016* (*пункт 3.3.1*) в настоящем стандарте под ФБ понимаются все ее составляющие до входных зажимов постоянного тока, соединенного с ней устройства в контуре потребления фотоэлектрической системы (устройства преобразования энергии, устройства управления, устройства согласования нагрузки, насосного агрегата, накопителя энергии). Границей ФБ считают выходную сторону отключающего устройства ФБ, если оно совмещено с указанным устройством или установлено в общем распределительном щите, или точку соединения с выходными зажимами указанного устройства в контуре потребления.

2 ФБ может состоять из одного фотоэлектрического модуля или из нескольких фотоэлектрических модулей, электрически соединенных в одну фотоэлектрическую цепочку, в нескольких параллельно соединенных фотоэлектрических цепочек или нескольких параллельно соединенных фотоэлектрических групп и включать соответствующие компоненты фотоэлектрических групп и/или фотоэлектрических цепочек. Определение терминов «фотоэлектрическая цепочка» и «фотоэлектрическая группа» приведено в *ГОСТ Р 56978*. Термины связаны с вариантами электрического соединения (последовательное и параллельное) фотоэлектрических модулей в ФБ.

3 Также может быть использован термин «фотоэлектрическая солнечная батарея; ФСБ».

4 Также применимо следующее определение ФБ: «часть фотоэлектрической системы, преобразующая энергию Солнца в электрическую энергию с помощью прямого преобразования».

5 Здесь и далее при отсутствии дополнительных пояснений под фотоэлектрическим модулем подразумевается фотоэлектрический модуль любой конструкции из элементов, выполненных по любой технологии, в том числе фотоэлектрический модуль/устройство с концентратором.

3.5 **фотоэлектрический модуль**; ФМ (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.

Примечание — Также может быть использован термин «фотоэлектрический солнечный модуль; ФСМ» в соответствии с *ГОСТ Р 51597*.

3.6 **контур потребления фотоэлектрической системы** (application circuit): Все компоненты фотоэлектрической системы от выхода фотоэлектрической батареи до выхода системы, включая нагрузку, на которую поступает электроэнергия от фотоэлектрической батареи.

3.7 **номинальная мощность фотоэлектрического оборудования (фотоэлектрического элемента, фотоэлектрического модуля, фотоэлектрической батареи)**: Мощность фотоэлектрического оборудования (фотоэлектрического элемента, фотоэлектрического модуля, фотоэлектрической батареи), при которой оно должно работать в нормальном режиме работы при условиях окружающей среды, идентичных стандартным условиям испытаний (СУИ), указанная изготовителем.

Примечания

1 Номинальную мощность фотоэлектрического оборудования определяют как среднюю максимальную мощность фотоэлектрического оборудования при СУИ (см., например, *ГОСТ Р МЭК 61853-1)*.

2 Стандартные условия испытаний: температура элемента (25 ± 2) °С; энергетическая освещенность (1000 ± 100) Вт/м^2; спектральный состав АМ 1,5 в соответствии с *ГОСТ Р МЭК 60904-3* с учетом последних данных по спектру АМ 1,5 (*см.* [*2*]).

3.8 **расчетный приход суммарной солнечной радиации** (reference irradiation): Величина прихода суммарной солнечной радиации, используемая в оценочных расчетах выходных характеристик

фотоэлектрической системы при ее разработке или выборе для конкретного объекта, типа объектов, условий местности и т. п.

Примечание — Следует учитывать, что в реальных условиях эксплуатации приход солнечной радиации постоянно изменяется, поэтому одно значение прихода не достаточно для оценки работы фотоэлектрической системы и ее применимости для конкретного объекта.

3.9 **характеристический параметр (электроприемника)** (characteristic parameter): Параметр, характеризующий выполнение электроприемником своей функции.

3.10 **индекс выполнения функции QI** (quality of service index, QI): Показатель того, в какой степени электроприемник выполняет свою функцию за определенный период времени.

Примечание — Один электроприемник может выполнять несколько функций, в этом случае индекс выполнения функции рассчитывают для каждой функции отдельно.

3.11 **взвешенный индекс выполнения функций WQIT** (weighted quality of service, WQIT): Показатель того, в какой степени нагрузка (все электроприемники) выполняет все свои функции.

3.12 **индекс обеспечения нагрузки *S*** (service ratio, *S*): Показатель того, в какой степени фотоэлектрическая система обеспечивает работу электрической нагрузки потребителя, электроснабжение которой осуществляется за счет фотоэлектрической системы.

4 Требования к фотоэлектрическим системам

4.1 Состав фотоэлектрических систем

В состав индивидуальных автономных фотоэлектрических систем входят следующие компоненты:

- ФБ [состав и варианты схем см., например, в *ГОСТ Р 56978—2016* (раздел 4), а также [*3*]];
- накопители энергии (как правило, аккумуляторные батареи);
- одно или несколько устройств, выполняющих функции управления (контроль за зарядом/разрядом накопителей энергии, слежение за работой ФБ в точке максимальной мощности, распределения и перераспределения подачи электроэнергии на нагрузки/электроприемники разного типа и пр.), согласования нагрузки (если необходимо) и преобразования энергии. Например, это может быть инвертор, выполняющий все указанные выше функции, или отдельно контроллер заряда, устройство слежения за точкой максимальной мощности, инвертор и устройство управления и т. п.;
- нагрузка (электроприемники), необходимая для удовлетворения потребностей потребителя, электроснабжение которой должно осуществляться за счет электроэнергии, генерируемой фотоэлектрической системой;
- электропроводка;
- аппараты и устройства защиты и коммутации;
- компоненты системы заземления и уравнивания потенциалов;
- компоненты системы молниезащиты;
- измерительные приборы.

Электрическая нагрузка (электроприборы), электроснабжение которой осуществляет фотоэлектрическая система, является частью системы. Либо в состав изготовленной фотоэлектрической системы входят указанные электроприемники, либо в документации на систему приводятся полные данные о возможных вариантах нагрузки, достаточные для их точной идентификации относительно параметров фотоэлектрической системы и ее работы.

Также индивидуальные автономные фотоэлектрические системы могут включать такие дополнительные компоненты, как устройства слежения за Солнцем, концентраторы, резервный источник питания (например, на основе горючего топлива), дополнительные компоненты для выполнения электроприемниками своих функций, например трубопроводы и арматура в фотоэлектрических насосных системах, и т. д.

Примечания

1 Система может включать только устройство накопления энергии (аккумуляторные батареи) без устройства преобразования энергии (инвертора).

2 Так как на момент выхода стандарта в промышленно выпускаемых фотоэлектрических системах используют аккумуляторные батареи в качестве устройства накопления энергии (одну или несколько) и инверторы в качестве устройства преобразования энергии, далее рассмотрены аккумуляторные батареи и инверторы.

3 В большинстве современных инверторов предусмотрена функция контроллера заряда. Далее под контроллерами заряда имеются в виду и контроллеры заряда, и другие устройства, выполняющие эту функцию.

Варианты поставки системы:

- полностью укомплектованная готовая фотоэлектрическая система одного изготовителя, включающая все требуемые электроприемники;

- полностью укомплектованная готовая фотоэлектрическая система одного изготовителя без электроприемников. Описание нагрузки в технической документации соответствует электроприемникам потребителя, которые потребитель покупает отдельно;

- набор компонентов системы, выбираемых и поставляемых отдельно, изготовленных одним или разными изготовителями, из которых систему собирают на месте специалисты, имеющие необходимую квалификацию в области монтажа и установки индивидуальных автономных фотоэлектрических систем, подтвержденную соответствующими официальными документами.

Примечание — Далее, если не сказано иное, под фотоэлектрической системой подразумевается любой вариант поставки системы.

4.2 Общие требования к фотоэлектрическим системам

Индивидуальные автономные фотоэлектрические системы для сельской электрификации должны соответствовать требованиям *правил устройства электроустановок* (*ПУЭ*) [*4*] и в части, не противоречащей настоящему стандарту, *ГОСТ Р 50571.7.712* (см. также [*5*]).

Безопасность фотоэлектрических систем также должна соответствовать требованиям *ГОСТ Р 56124.5* и *ГОСТ Р 56978*. *Должны быть установлены знаки и надписи безопасности, указанные в 4.5.*

Для всей фотоэлектрической системы и ее компонентов степень защиты, обеспечиваемая оболочками (Код IP) должна быть не менее 34 в соответствии с *ГОСТ 14254*. Степень защиты, обеспечиваемая оболочками от наружного механического удара (код IK) должна быть не менее 8 в соответствии с *ГОСТ IEC 62262*.

Падение напряжения от ФМ до аккумуляторных батарей так же, как и от аккумуляторных батарей до нагрузки, должно быть менее 5 % падения напряжения при полной нагрузке.

Уровень защиты от электромагнитного излучения должен соответствовать требованиям *ГОСТ 30804.6.3, ГОСТ IEC 61000-3-2, ГОСТ 30805.14.1, ГОСТ 30805.14.2*, а также требованиям стандартов на электромагнитную совместимость для конкретного вида технических средств в части, которая может быть отнесена к компонентам индивидуальных автономных фотоэлектрических систем для сельской электрификации (см. также [*6*]).

Монтаж фотоэлектрической системы должен также отвечать требованиям *ГОСТ Р 56978* (см. также [*7*]).

Эксплуатация и техническое обслуживание фотоэлектрических систем должны соответствовать требованиям ГОСТ Р 56124.6.

Фотоэлектрические системы, выполняющие специальные функции или определенной конструкции (например, фотоэлектрические системы с интегрированными ФМ) или предназначенные для электроснабжения конкретного типа электроприемников и/или обеспечения конкретных потребностей потребителя (например, фотоэлектрические насосные системы для подачи воды), должны также отвечать требованиям специальных стандартов, связанных с особенностями фотоэлектрической системы.

4.3 Требования к компонентам

Компоненты индивидуальных автономных фотоэлектрических систем для сельской электрификации должны отвечать требованиям стандартов на данный вид оборудования/технических средств, что должно быть подтверждено сертификатами или иными официальными документами.

Компоненты индивидуальных автономных фотоэлектрических систем должны:

- в части, не противоречащей требованиям настоящего стандарта, отвечать требованиям *ГОСТ Р МЭК 62093*;

- отвечать требованиям, установленным в *правилах* [*4*] и стандартах на низковольтные электроустановки, в частности в *ГОСТ Р 50571.4.41* и, в части, не противоречащей настоящему стандарту, *ГОСТ Р 50571.7.712* (см. также [*5*]), требованиям эксплуатационной безопасности и электромагнитной совместимости;

- быть совместимыми;

- иметь маркировку изготовителя установленного образца, четкую, разборчивую и стойкую к внешним воздействиям;

- быть полностью укомплектованы и сопровождаться соответствующей технической документацией (см. подраздел *4.6*);

- быть предназначены для работы, как минимум, в тех же условиях эксплуатации (быть такого же климатического исполнения), как и фотоэлектрическая система в целом.

Выходные электрические параметры и характеристики компонентов (тип тока, значения тока, напряжения, номинальной мощности и т. п.) должны соответствовать электрическим параметрам и характеристикам системы в целом.

Компоненты ФБ и ФБ в целом, а также монтаж и установка компонентов ФБ должны соответствовать требованиям *ГОСТ Р 56978*.

Фотоэлектрические модули должны соответствовать требованиям *ГОСТ Р 56980.1*, *ГОСТ Р 56980.2*, *ГОСТ Р 56980.1.3*, *ГОСТ Р 56980.1.4* (см. также [*8*] и [*9*]), а также требованиям *ГОСТ Р 58809.1*, *ГОСТ Р 58809.2*. Фотоэлектрические модули также должны соответствовать требованиям специальных стандартов, связанных с особенностями условий эксплуатации или конструкции ФМ. Например, при размещении фотоэлектрической системы вблизи животноводческих, птицеводческих предприятий и т. п. ФМ должны быть сертифицированы по *ГОСТ Р 56979*, при размещении фотоэлектрической системы вблизи моря — по *ГОСТ Р МЭК 61701*. ФМ с концентраторами должны соответствовать требованиям *ГОСТ Р 56983*.

Примечание — В зависимости от конструктивного исполнения ФМ (плоские односторонние, двусторонние, с концентраторами, интегрированные и т. п.) и технологии, на основе которой они изготовлены, может быть необходимо установить дополнительные требования к фотоэлектрическим компонентам ФБ как части системы, а также может быть необходим расширенный набор данных о ФМ и ФБ.

Несущие конструкции и система слежения (при ее наличии) с установленными на них ФМ должны быть способны противостоять ветровой нагрузке. Изготовителем должны быть предоставлены расчеты и/или подтверждения соответствия этому требованию. Система слежения (при ее наличии) должна отвечать требованиям *ГОСТ Р 57229*.

Если ФБ проектируют и изготавливают одновременно с фотоэлектрической системой, то до испытаний всей системы ФБ должна пройти все обязательные испытания, установленные для ФБ.

Аккумуляторные батареи должны соответствовать требованиям *ГОСТ Р МЭК 61427-1*. Должна быть минимизирована возможность разряда аккумуляторных батарей на ФМ. Средства, при помощи которых это обеспечивается, должны быть описаны в документации. Если установлены защитные диоды, запас по току должен быть на 50 % больше тока короткого замыкания ФБ при СУИ. Напряжение пробоя диода должно быть по меньшей мере вдвое больше напряжения холостого хода аккумуляторных батарей. При любых обстоятельствах энергетические потери при разряде аккумуляторных батарей не должны быть больше потерь энергии, связанных с защитным диодом.

Контроллеры заряда или устройства, в том числе выполняющие функции контроллера заряда, должны соответствовать требованиям *ГОСТ Р 56982* и *ГОСТ Р МЭК 61427-1*. Параметры контроллера заряда должны соответствовать особенностям конструкции фотоэлектрической системы, нагрузке, температуре и другим критичным для аккумуляторной батареи параметрам окружающей среды на месте эксплуатации.

Устройства преобразования энергии должны в том числе отвечать таким же требованиям, как требования к преобразователям энергии для фотоэлектрических систем, приведенные в соответствующих стандартах Международной электротехнической комиссии (МЭК) (см. [*10*] и [*11*]).

Электронные компоненты и электронное оборудование (устройства управления, преобразования энергии, защиты и т. п.) должны быть испытаны аналогично тому, как указано в соответствующих стандартах МЭК (см. [*10*], а также [*12*] и [*13*] в части, не противоречащей [*10*]).

Защищенность упакованного электронного оборудования при транспортировании должна соответствовать требованиям ГОСТ 28203, ГОСТ 30630.1.2 (см. также [*14*]).

Электропроводка должна отвечать требованиям стандартов на низковольтные электроустановки, в частности *ГОСТ Р 50571.5.52* и требованиям *ГОСТ Р 56978*. До принятия стандартов на кабели для фотоэлектрических устройств рекомендуется, чтобы кабели ФБ отвечали требованиям стандартов на электрические кабели (см. также [*15*] и [*16*]).

В частности, электропроводка должна отвечать следующим требованиям:

- иметь максимальную длительную рабочую температуру не менее максимальной в предполагаемых условиях эксплуатации;
- должна быть рассчитана на максимальный ток (с учетом поправок на температуру и монтажные условия), равный не менее 125 % от тока короткого замыкания батареи ФБ. При этом указанный ток не должен быть меньше токов любых защитных устройств, защищающих эти провода и кабели;
- обеспечивать достаточное уменьшение провисания, вызванного цикличностью температуры, и достаточное предотвращение избыточных натяжений;
- размещение, крепление и защита проводов и кабелей должны исключать накопление воды;

- провода и кабели должны быть водостойкими;
- проводка должна быть механически прочной и выдерживать возможные механические нагрузки, связанные с воздействием окружающей среды в месте установки (ветер, снег, обледенение и т. п.);
- при возможной эксплуатации в условиях воздействия солевого тумана или другой коррозионно-опасной среды (например, вблизи животноводческих предприятий) кабели и провода должны быть многожильными с плетеными проводниками из луженой меди для предотвращения ухудшения характеристик;
- провода и кабели должны быть пожаростойкими в соответствии с *ГОСТ IEC 60332-1-2*;
- при наружной установке кабели и провода должны быть стойкими к воздействию ультрафиолетового (УФ) излучения и иметь стойкие УФ-крепления или должны быть защищены от воздействия УФ-излучения соответствующей защитой, или должны быть проложены в коробах или аналогичных защитных конструкциях, стойких к воздействию УФ-излучения;
- провода и кабели должны быть маркированы цветом и/или надписями, этикетками (см. также *4.5*).

Электрические соединители постоянного тока должны соответствовать требованиям *ГОСТ Р 57230*. Корпуса распределительных щитов и соединительных коробок, шкафы или блоки для размещения в них устройств управления, согласования нагрузки, преобразования энергии и другие оболочки технических средств защиты, коммутации, соединения и управления должны соответствовать требованиям *ГОСТ IEC 60947-1*.

Разъемы проводов и скрутки проводов должны быть выполнены с применением одобренных изготовителем устройств и инструментов и соответствовать инструкциям, поставляемым вместе с устройствами. Соединительные устройства должны соответствовать условиям окружающей среды, обеспечивать достаточную механическую защиту, включая защиту от избыточных натяжений, а соединенные и скрученные провода должны иметь механические, электрические и изоляционные показатели не хуже, чем непрерывный провод. Предельно допустимый ток в месте соединения должен быть не меньше, чем номинальный ток цепи.

Кроме соответствия требованиям специальных стандартов аппараты и устройства защиты и коммутации должны соответствовать требованиям *ГОСТ Р 56978* и *ГОСТ Р МЭК 62124—2013* (*подраздел 8.6*). Предохранители также должны соответствовать требованиям *ГОСТ IEC 60269-6*.

Компоненты систем заземления и уравнивания потенциалов должны соответствовать требованиям *ГОСТ Р 50571.5.54*.

Меры по молниезащите должны соответствовать требованиям стандартов на компоненты (в частности, требованиям *ГОСТ Р 56978*) и в части, не противоречащей требованиям этих стандартов, требованиям *ГОСТ Р 56978—2016* (*подраздел 6.7*), *ГОСТ Р МЭК 62305-1*, *ГОСТ Р МЭК 62305-2*, *ГОСТ Р 59789* и *ГОСТ Р МЭК 62305-4* (см. также [*17*], [*18*]).

Любые компоненты, предназначенные для эксплуатации вне помещения, включая технические средства для внешнего подключения, должны быть коррозионно-устойчивыми. Изготовитель должен предоставить подтверждение того, что компоненты системы обладают достаточным уровнем такой устойчивости.

Аккумуляторные батареи и лампы должны быть выбраны по результатам специальных испытаний (см. [*19*] и [*20*] соответственно).

Электроприемники должны отвечать требованиям стандартов на данный вид электроприемников.

В отношении всех технических средств, выполняющих функции измерения, должны быть соблюдены все метрологические нормы и требования, предусмотренные в [*21*]. *Оборудование должно быть аттестовано в установленном в ГОСТ Р 8.568 порядке. Средства измерений должны быть поверены или откалиброваны в установленном порядке.*

4.4 Технические характеристики

Техническая характеристика фотоэлектрической системы должна, как минимум, включать:
- тип системы;
- наименование, логотип или эмблему изготовителя (поставщика);
- тип или номер модели;
- серийный номер или номер партии;
- дату и место изготовления, если они не определяемы по серийному номеру;
- основные выходные характеристики и параметры;
- условия эксплуатации;
- предупреждения, относящиеся к особым требованиям к хранению и транспортированию.

Основные выходные характеристики и параметры (как минимум):

- номинальная максимальная мощность на выходе переменного тока инвертора (активная и реактивная, если необходимо);
- номинальная мощность ФБ;
- выработка при расчетном приходе суммарной солнечной радиации в сутки;
- номинальное напряжение постоянного тока системы;
- напряжение холостого хода ФБ;
- напряжение переменного тока и ток на выходе инвертора;
- количество фаз переменного тока;
- напряжение постоянного тока на входе в нагрузку;
- семейство вольт-амперных характеристик (ВАХ) ФБ при разных значениях энергетической освещенности от 100 до 1000 Вт/м^2 с шагом 100 Вт/м^2 и при разных значениях температуры, а также, если необходимо, при разных углах ориентации фотоэлектрических модулей;
- максимальный коэффициент полезного действия (КПД) системы, КПД ФБ, КПД аккумуляторных батарей, КПД инвертора и общий КПД компонентов контура потребления системы;
- деградация максимальной мощности ФМ при СУИ;
- суммарная номинальная емкость аккумуляторных батарей (или номинальная емкость и количество);
- номинальное напряжение аккумуляторных батарей;
- остаточная емкость аккумуляторных батарей.

Примечания

1 В технических характеристиках и технической документации фотоэлектрической системы и ФБ обязательно должно быть указано, что значения всех электрических параметров ФБ соответствуют условиям СУИ.

2 Если это может повысить точность и достоверность оценки работы фотоэлектрической системы, рекомендуется включать также другие зависимости выходных характеристик ФБ и системы от условий внешней среды и монтажа;

Также должны быть указаны:

- ссылки на стандарты, по которым сертифицирована система;
- уставки контроллера заряда, устройств управления, согласования нагрузки, преобразования энергии (для серийно выпускаемых систем — перечень уставок и правила выбора значений и установки уставок);
- параметры срабатывания аварийного отключения;
- диапазон отклонения от точки максимальной мощности;
- ориентация ФМ (если устанавливается, но не задана производителем ФБ) или описание принципа слежения за Солнцем;
- площадь, занимаемая ФМ или модулями вместе с монтажными конструкциями и при наличии устройствами слежения и концентраторами;
- основные характеристики вариантов нагрузки (и компонентов, обеспечивающих ее работу), позволяющие однозначно ее идентифицировать и необходимые для расчета фотоэлектрической системы и оценки ее пригодности для использования на конкретном объекте.

Примечание — Для фотоэлектрических систем, разработанных не для конкретного объекта (типа объектов), должны быть указаны данные о нагрузке, приведенные в *5.2.1*, кроме перечислений *b)* и *d)*. Для систем, разработанных по индивидуальному проекту для конкретного объекта (типа объектов), должны быть указаны все данные *5.2*;

- зависимость изменения характеристических параметров электроприемников от мощности ФБ и/или энергетической освещенности, если эти зависимости показательны для выбора, оценки и правильной технической эксплуатации фотоэлектрической системы (пример см. в *ГОСТ Р 57903—2017*, *подраздел 6.3*);
- характеристики мест/устройств электрического и механического соединения;
- габаритные размеры и вес устройств управления, накопления и преобразования энергии.

Условия эксплуатации должны, как минимум, включать:

a) условия эксплуатации компонентов, работающих вне помещения:

- расчетный приход суммарной солнечной радиации в сутки,
- диапазон температуры окружающей среды,
- относительную влажность воздуха,
- скорость ветра/диапазон скорости ветра,

- высоту над уровнем моря,
- атмосферное давление;

b) условия эксплуатации компонентов, работающих в помещении:
- диапазон температуры окружающей среды,
- рабочий диапазон температур,
- относительную влажность воздуха,
- высоту над уровнем моря,
- атмосферное давление;

c) особенности объекта, места эксплуатации или другие аналогичные ограничения, учтенные при создании системы (если учитывались).

Для систем, разработанных по индивидуальному проекту для конкретного объекта (типа объектов) должны быть указаны все данные, приведенные в *5.1*. Если при разработке серийно выпускаемых систем было учтено больше данных об их условиях эксплуатации (см. *5.1*), они также должны быть указаны.

Данные, которые должна включать техническая характеристика ФБ (в части, не относящейся к насосным фотоэлектрическим системам), а также примеры технических характеристик компонентов фотоэлектрической системы приведены в *ГОСТ Р 57903—2017 (приложение А)*.

4.5 Знаки и надписи

Знаки и надписи должны соответствовать требованиям ГОСТ Р 57903—2017 (подраздел 5.3). Примеры знаков приведены в приложении ДА; примеры знаков безопасности аккумуляторных батарей — в ГОСТ Р 53165, а также ГОСТ 12.4.026 (знак W20).

4.6 Требования к документации

Документация должна регламентировать транспортирование, монтаж, ввод в эксплуатацию, эксплуатацию, обслуживание, вывод из эксплуатации и утилизацию индивидуальной автономной фотоэлектрической системы.

Комплект документов должен быть составлен на русском языке и соответствовать требованиям *ГОСТ Р 57903—2017* (*подразделы 6.1 и 6.2*), кроме специальных требований, относящихся к автономным фотоэлектрическим насосным системам для подачи воды, а также требованиям *ГОСТ Р МЭК 62124—2013* (*разделы 9*, *10*).

Документация должна включать техническую характеристику фотоэлектрической системы, содержащую, как минимум, информацию, указанную в *4.3*.

Документация должна включать перечень вариантов нагрузок, для обеспечения которых предназначена, и их исчерпывающее описание, достаточное для однозначной идентификации, или документацию электроприемников, входящих в состав фотоэлектрической системы.

Руководство по эксплуатации должно включать инструкцию по зарядке аккумуляторных батарей.

Инструкция по проведению испытаний в части проверки работоспособности ФБ должна включать, как минимум, испытания на измерение ВАХ по *ГОСТ Р 58649*.

Для небольших систем, эксплуатация которых не требует постоянного присутствия квалифицированного обслуживающего персонала, также должно быть отдельное сокращенное руководство по эксплуатации (руководство пользователя), включающее необходимую часть данных из документов, которые перечислены в настоящем подразделе, и достаточное для обслуживания системы потребителем. В таком руководстве должно быть четко указано, какие процедуры запрещается проводить без соответствующей квалификации.

5 Требования к описанию условий работы фотоэлектрической системы

5.1 Условия эксплуатации

Данные, указанные в настоящем подразделе, являются минимальным необходимым набором данных об условиях эксплуатации. Следует учитывать, что чем более полные данные используют как при выборе и оценке, так и при создании систем, тем точнее результаты оценки систем будут совпадать с работой систем в условиях эксплуатации на конкретном объекте.

Полностью указанные в данном подразделе требования приводят при описании условий работы фотоэлектрической системы, разработанной по индивидуальному проекту, или в описании объекта в исходных требованиях при разработке, оценке или выборе системы для конкретного объекта (типа объектов). При описании условий работы серийно выпускаемых систем приводят данные, указанные в *4.3*.

5.1.1 Географические данные:

- широта и долгота местности;
- топографические данные, которые определяют условия монтажа системы, такие как ориентация фотоэлектрических модулей, размещение фотоэлектрических модулей, позволяющее минимизировать их затенение, и т. п.: рельеф, в том числе уклон местности, размещение растительности, постройки, включая их высоту и расстояние до них, и т. п.

5.1.2 Климатические данные:

- годовое изменение уровня энергетической освещенности;
- годовое изменение суточного прихода суммарной солнечной радиации;
- температура окружающей среды (средняя, наибольшая, наименьшая) и ее изменение в течение периода работы нагрузки в году;
- максимальная и средняя скорость ветра;
- относительная влажность воздуха;
- высота над уровнем моря;
- атмосферное давление;
- данные об осадках.

Суточную временную зависимость энергетической освещенности, годовые изменения уровня энергетической освещенности и суточного прихода суммарной солнечной радиации, а также другие климатические данные определяют на основе координат местности по данным многолетних метеорологических наблюдений государственной метеорологической службы, и/или с помощью расчетов с использованием справочной литературы, и/или по экспериментальным данным, полученным на месте эксплуатации с требуемой степенью достоверности, а также (наименее точный вариант) используя международные базы данных.

Примечание — Не все объекты в сельской местности эксплуатируются круглогодично, и не для всех требуется электроснабжение нагрузки в течение всего года. Для этих объектов могут быть использованы данные только для периода работы нагрузки.

Далее для простоты восприятия везде, где упоминаются данные за год, подразумевается, что в случае меньшего периода работы нагрузки в году необходимы данные только за этот период.

5.1.3 Качество воздуха (запыленность, содержание коррозионноопасных примесей, например повышенное содержание аммиака, морской воздух и т. п.).

5.1.4 Условия эксплуатации в том помещении, в котором будут находиться такие компоненты системы, как аккумуляторные батареи, устройство преобразования энергии (инвертор), контроллер заряда и т. д.:

- диапазон температуры окружающей среды;
- относительная влажность воздуха;
- высота над уровнем моря;
- атмосферное давление.

5.1.5 А также:

- условия среды, уменьшающие (например, затеняющие постройки и растительность) и увеличивающие (например, отражающие поверхности зданий, водная поверхность и т. п.) энергетическую освещенность рабочих поверхностей ФМ; детальное описание, в том числе изменение влияния в течение суток и года;
- данные об особенностях монтажа ФМ (например, ориентация поверхности конструкции здания, на которой они будут установлены, особенности этой конструкции и требования к ней, значимые для установки на ней модулей, особенности почвы и пр.);
- фотографии места предполагаемой установки ФМ и других компонентов фотоэлектрической системы (где они возможны);
- схемы систем заземления, уравнивания потенциалов и молниезащиты, при их наличии и информация о целесообразности или необходимости их объединения с соответствующими системами фотоэлектрической системы;
- значения сопротивления заземляющих устройств и напряжения системы уравнивания потенциалов, параметров системы молниезащиты;
- другие особенности объекта, места эксплуатации или иные ограничения, необходимые для учета при создании, оценке и выборе фотоэлектрической системы.

Примечание — Здесь и далее при упоминании рабочих поверхностей ФМ при использовании модулей и устройств с концентраторами имеется в виду апертура/воспринимающая излучения поверхность оптической части;

- дополнительные данные об условиях работы нагрузки (пример см. в *ГОСТ Р 57903—2017, 8.2.1.4* и *8.2.1.5*).

5.1.6 Если предполагается хранение компонентов системы и условия хранения отличаются от условий их эксплуатации, должны быть указаны значения параметров условий хранения. Если транспортирование системы (компонентов системы) осуществляется не усилиями изготовителя/поставщика и условия транспортирования отличаются от условий эксплуатации, должны быть указаны значения параметров условий транспортирования.

5.2 Нагрузка

5.2.1 Должен быть указан перечень потребностей потребителя, которые должны быть удовлетворены в результате электроснабжения от фотоэлектрической системы и/или типы нагрузки, перечень типов электроприемников и соответствующих электроприемников каждого типа или конкретные наименование и марки электроприемников.

Примечание — Если оценивают работу фотоэлектрической части гибридной системы электроснабжения индивидуального потребителя и электроснабжение электроприемников от разного генерирующего оборудования может быть разделено, то описывают ту часть нагрузки, электроснабжение которой может или должно быть обеспечено с помощью фотоэлектрической системы, и правила, по которым разделяют электроснабжение электроприемников от разных источников.

Должны быть установлены требования к каждому типу электроприемников и к электроприемникам, обеспечивающим удовлетворение отдельных потребностей.

Должны быть указаны:

a) параметры, характеристики и особенности, обеспечивающие однозначное определение всех электроприемников или их конкретные наименования и марки;

b) типичные суточные графики нагрузки и/или электропотребления электроприемников. Если суточное электропотребление электроприемника не постоянно, указывают графики ежесуточного изменения электропотребления в течение года, полностью описывающие картину электропотребления в течение всего года или периода работы нагрузки в году;

c) требования по электробезопасности;

d) другие специальные данные, необходимые для оценки возможности работы указанных электроприемников в требуемом режиме.

5.2.2 В зависимости от варианта оценки выполнения электроприемником (группой одинаковых электроприемников) своих функций (см. *раздел 6*) для каждого электроприемника (группы одинаковых электроприемников) должны быть указаны одно или два из следующих значений (или его изменение в течение года/периода работы нагрузки, если такое изменение возможно):

- требуемое значение характеристического параметра;
- требуемое суммарное значение характеристического параметра в сутки или в час за все часы работы электроприемника в сутки;
- продолжительность работы в сутки.

Если необходимо, описывают относительный приоритет работы различных электроприемников, т. е. очередность того, какие нагрузки могут не работать (могут быть отключены) при уменьшении емкости аккумуляторных батарей ниже минимально допустимого значения, в порядке значимости их работы для потребителя.

6 Показатели степени обеспечения нагрузки

Степень обеспечения нагрузки индивидуальной автономной фотоэлектрической системой оценивают с помощью индекса обеспечения нагрузки *S*, который определяют, используя индексы выполнения функции и взвешенные индексы выполнения функции, рассчитанные по результатам испытаний в соответствии с *разделом 7*.

6.1 Индексы выполнения функции

В зависимости от особенностей электроприемника и выполняемой им функции считают, что электроприемник полностью выполняет свою функцию, когда выполнено хотя бы одно из условий:

- значение параметра, характеризующего выполнение функции (характеристического параметра), равно заданному значению;

- суммарное значение характеристического параметра за определенный период, равно заданному значению;

- продолжительность работы равна заданной.

Соответственно индекс степени выполнения электроприемником (группой одинаковых электроприемников) своей функции (индекс выполнения функции) QI индивидуальной автономной фотоэлектрической системы определяют:

- по отклонению значения характеристического параметра от заданного. К электроприемникам этого типа относят, например, оборудование для охлаждения и хранения пищи (холодильники), заморозки (морозильники), часть оборудования дли приготовления пищи, такое как электрочайник и т. п.;

- отличию суммарного суточного значения характеристического параметра от требуемого значения. К электроприемникам этого типа относят, например, светильники (если освещение от светильника постоянно, т. е. не используют, например, диммеры);

- отличию суточной продолжительности работы электроприемника от заданного значения. К электроприемникам этого типа относят, например, телевизоры, компьютеры, радиоприемники. Это электроприемники, у которых параметры, характеризующие выполнение функции, однозначно коррелируются с продолжительностью работы электроприемника, т. е. факта работы электроприемника достаточно, чтобы считать, что характеристические параметры имеют требуемое значение.

Принятые допущения:

1) для описания выполнения функции электроприемником достаточно одного характеристического параметра и соответственно, ее выполнение оценивают по соблюдению одного из приведенных выше условий;

2) взаимным влиянием функций (процесса их выполнения) при выполнении разных функций одним электроприемником можно пренебречь;

3) если электроприемник выполняет не одну функцию (электроприемник смешанного типа), для каждой функции, реализуемой электроприемником, индексы выполнения функции рассчитывают отдельно в соответствии с тем по какому из приведенных выше условий оценивают ее выполнение.

Для электроприемников первого типа, для которых определяющим является отклонение значения характеристического параметра (например, для холодильника, морозильника — это температура) от требуемого значения, суточный индекс выполнения функции электроприемника или k-й группы одинаковых электроприемников *j* для дня *l* определяют по формуле

$$QI_{l1k} = 1 - \frac{\sum_{j=1}^{j=N} \sum_{i=1}^{i=n} P_{ij} - P_{0j}}{n \cdot P_{0j}}, \quad (1)$$

где P_{ij} — значение характеристического параметра при *i*-м измерении;

P_{0j} — требуемое значение характеристического параметра, т. е. значение характеристического параметра, при котором функцию считают полностью выполненной;

N — количество электроприемников;

n — количество измерений характеристического параметра в течение суток.

Примечание — Одинаковыми считают электроприемники, выполняющие одну функцию, с одинаковым значением характеристического параметра.

Для электроприемников второго типа, для которых определяющим является отличие суммарного значения характеристического параметра от требуемого значения (например, для светильников — это освещенность, лк), суточный индекс выполнения функции электроприемника или *k*-й группы одинаковых электроприемников *j* для дня *l* определяют по формулам:

- для электроприемников с одинаковой длительностью работы

$$QI_{l2k} = \frac{\sum_{q=1}^{q=D_{0j}} \sum_{i=1}^{i=m} P_{ij}}{m \cdot P_{0j} \cdot D_{0j}}; \quad (2)$$

- для электроприемников с разной длительностью работы при условии m = const

$$QI_{I2k} = \frac{\sum_{q=1}^{q=D_{0j}} \sum_{i=1}^{i=m} P_{ijq}}{m \cdot \sum_{j=1}^{j=m} P_{0j} D_{0j}}, \quad (3)$$

где D_{0j} — требуемая суточная продолжительность работы, ч;

m — количество измерений характеристического параметра в течение каждого часа (количество выбранных электроприемников, у которых измеряют характристический параметр каждый час).

Количество измерений в час одинаково и в общем случае в течение часа характеристичекий параметр каждого электроприемника измеряют один раз, т. е. $m = N$. Если $N > 3$ и все электроприемники работают в одинаковых условиях (световой поток достигает точек измерения в одинаковых условиях), количество измерений можно ограничить до $m = 3$.

Для электроприемников третьего типа суточный индекс выполнения функции k-й группой электроприемников j с одинаковой продолжительностью работы для дня I определяют по формуле

$$QI_{I3k} = \frac{\sum_{j=1}^{j=N} D_j}{N \cdot D_{0j}}, \quad (4)$$

где D_j — измеренная суточная продолжительность работы, ч.

Суммарные суточные индексы выполнения функции всеми электроприемниками первого, второго и третьего типов определяют по формулам:

$$QI_{I1} = \sum_{k=1}^{k=K_1} QI_{I1k}; \qquad QI_{I2} = \sum_{k=1}^{k=K_2} QI_{I2k}; \qquad QI_{I3} = \sum_{k=1}^{k=K_3} QI_{I3k}, \quad (5)$$

где K_1, K_2 и K_3 — количество различных групп одинаковых электроприемников или единичных электроприемников, для которых индексы рассчитывали отдельно (первого, второго и третьего типа соответственно).

6.2 Взвешенные индексы выполнения функций

Суточный взвешенный индекс степени выполнения нагрузкой всех функций (суточный взвешенный индекс выполнения функций) для дня I рассчитывают по формуле

$$DWQI_I = QI_{I1} + QI_{I2} + QI_{I3}. \quad (6)$$

Суммарный взвешенный индекс выполнения функций за период измерений $TWQI_t$ рассчитывают по формуле

$$TWQI_t = \sum_{I=0}^{I=t} DWQI_I, \quad (7)$$

где t — количество дней, в течение которых проводили измерения параметров работы электроприемников.

6.3 Индекс обеспечения нагрузки

Индекс обеспечения нагрузки фотоэлектрической системой за период t дней $S_{ФЭСt}$ определяют по формуле

$$S_{ФЭСt} = \frac{TWQI_t}{TWQI_{max}}, \quad (8)$$

где $TWQI_{max}$ — максимально возможное значение $TWQI_t$ для фотоэлектрической системы, когда $P_{ij} = P_{0j}$ и $D_j = D_{0j}$ для всех электроприемников фотоэлектрической системы в любой момент времени работы системы, т. е. при всех измерениях.

Для сравнения, оценки и выбора фотоэлектрических систем используют индекс обеспечения нагрузки в течение года (в течение периода работы нагрузки в году), который определяют по формуле

$$S_{\text{ФЭС год}} = \frac{(k_1 S_{\text{ФЭС good}} + k_2 S_{\text{ФЭС bad}})}{X}, \quad (9)$$

где k_1 — количество ожидаемых благоприятных солнечных дней в течение периода работы нагрузки в году (приход суммарной солнечной радиации равен или превышает 90 % расчетного прихода суммарной солнечной радиации);

k_2 — количество других дней, вычисляемое по формуле

$$k_2 = X - k_1; \quad (10)$$

X — количество дней работы нагрузки в году, X ≤ 366;

$S_{\text{ФЭС good}}$ — индекс обеспечения нагрузки по результатам испытаний при благоприятных условиях;

$S_{\text{ФЭС bad}}$ — индекс обеспечения нагрузки по результатам испытаний при неблагоприятных условиях.

Индексы $S_{\text{ФЭС good}}$ и $S_{\text{ФЭС bad}}$ определяют по формуле *(8)*. Если испытания проводят с несколькими образцами фотоэлектрической системы, то индекс обеспечения нагрузки системы $S_{\text{ФЭС}t}$ ($S_{\text{ФЭС good}}$ и $S_{\text{ФЭС bad}}$) определяют как среднеарифметическое значений, полученных для каждого испытуемого образца по формуле (*8*).

7 Испытания на определение степени обеспечения нагрузки

7.1 Порядок проведения испытаний

Порядок проведения испытаний приведен на рисунке *1*.

Испытания проводят в натурных условиях, на месте эксплуатации или в условиях, для работы в которых оценивают степень обеспечения нагрузки фотоэлектрической системой. Эти условия характеризуются определенными внешними воздействующими факторами, условиями размещения и установки ФМ, условиями размещения объектов, которые могут повлиять на работу ФМ и условиями работы нагрузки, для электроснабжения которой предназначена система (см. *раздел 5*). Допускается проведение испытаний в лабораторных условиях.

Если испытания проводят для оценки степени обеспечения нагрузки конкретного объекта (типа объектов), то рекомендуется проводить испытания на объекте (типовых объектах), для оценки электроснабжения которого(ых) выбирают фотоэлектрическую систему.

Если испытания проводят для сравнения степени обеспечения нагрузки различными фотоэлектрическими системами разных производителей с ФМ, изготовленными по разным технологиям, и т. д., испытания всех систем следует проводить в одинаковых условиях при снабжении одинаковых электроприемников с одинаковыми графиками энергопотребления. Минимальный набор характеристик, которые описывают эти условия и которые должны быть идентичными, приведен в *разделе 5*. Наилучший результат дают одновременные испытания всех сравниваемых систем в натурных условиях.

Допускается не проводить измерения ВАХ ФБ, если изготовитель/разработчик фотоэлектрических систем может гарантировать, что уменьшение максимальной мощности ФБ при СУИ после проведения испытаний будет в пределах 5 %.

Испытания проводят не более чем за 90 дней в течение наиболее показательного сезона с точки зрения климатических условий и потребностей объекта в электроснабжении (с поправкой на проведение испытаний на работоспособность при начальных испытаниях, если необходимо).



[1)] Рекомендуется проводить вместе с тепловизионным контролем состояния ФМ.

[2)] В том числе сравнивают с указанными в технической документации.

[3)] Если необходимо (см. *7.4*).

Рисунок 1 — Порядок проведения испытаний индивидуальных автономных фотоэлектрических систем на определение степени обеспечения нагрузки

Испытание по электроснабжению нагрузки проводят при двух условиях по приходу суммарной солнечной радиации в сутки:

- благоприятные условия: суточный приход суммарной солнечной радиации составляет не менее 90 % от расчетного суточного прихода суммарной солнечной радиации, указанного в исходных требованиях;

- неблагоприятные условия: суточный приход суммарной солнечной радиации соответствует характерным неблагоприятным условиям на месте эксплуатации по дефициту выработки и находится в диапазоне значений прихода суммарной солнечной радиации (в процентах от расчетного суточного прихода суммарной солнечной радиации), указанном в условиях работы фотоэлектрической системы (см. *8.2*).

При проведении испытаний необходимо следить за тем, чтобы не менялись условия работы электроприемников и условия выполнения ими своих функций (например, случайное затенение места измерения освещенности от светильника, размещение нагревательного прибора рядом с холодильником и т. п.). Все факты таких изменений, повлиявшие на измеренное значение характеристического параметра или продолжительность работы электроприемника, должны быть зафиксированы в протоколе испытаний.

При испытаниях должны быть соблюдены требования техники безопасности и не должен быть нанесен вред окружающей среде.

Персонал, проводящий испытания, должен строго соблюдать инструкции изготовителя по эксплуатации, монтажу и подключению испытуемой системы, требования по технике безопасности. *Испытания должен проводить квалифицированный персонал.*

В отношении всех технических средств, выполняющих функции измерения, должны быть соблюдены все метрологические нормы и требования, предусмотренные в [*21*]. *Оборудование должно быть аттестовано в установленном в ГОСТ Р 8.568 порядке. Средства измерений должны быть поверены или откалиброваны в установленном порядке.*

Полное описание проведенных испытаний, включая описание условий работы испытуемых образцов в соответствии с разделом *5* (см. также *8.1—8.4*), все результаты измерений, значения параметров и графики зависимостей, рисунки, фотографии и видеозаписи должны быть внесены в протокол испытаний. В течение всего времени испытаний следует вести журнал (на бумажном и/или электронном носителях), в который заносят текущие данные испытаний, все измеренные значения, расчеты и комментарии, данные о состоянии системы (если необходимо). Данный журнал должен сохраняться изготовителем испытанной системы/заказчиком испытаний и организацией, в которой проводились испытания, в течение всего жизненного цикла изделия. Все изменения, отклонения и дополнения к программе испытаний должны быть отмечены и подробно изложены в протоколе испытаний.

Результаты испытаний относят только к фотоэлектрической системе данной конструкции с теми компонентами, которые установлены на испытанной системе.

Для подтверждения сертификата соответствия при любых изменениях конструкции, материалов или компонентов систем, прошедших испытания, может потребоваться повторение испытаний по настоящему стандарту. Изготовитель должен сообщать и согласовывать с испытательной лабораторией и сертифицирующей организацией все проводимые им изменения.

7.2 Основные неисправности и видимые функциональные повреждения

При испытаниях системы основными неисправностями и видимыми функциональными повреждениями считают следующие:

- отказ любого компонента системы, включая электроприемники;
- сломанная, треснутая, гнутая, смещенная или поврежденная внешняя поверхность любого компонента системы;
- утрата механической целостности до той степени, когда это влияет на возможность установки или функционирования системы;
- повреждения, например растрескивание, изоляции проводов и кабелей, разбитая лампа светильника или разрыв нити накаливания лампы и т. п.;
- утечка электролита из аккумуляторной батареи;
- признаки перегрева или коррозии;
- потемнение или изменение цвета какой-либо печатной платы, изоляции проводов и т. п.;
- или видимое ухудшение выполнения электроприемниками своих функций, не связанное с изменениями выходных параметров ФБ и других компонентов системы или изменением условий;
- попадание пыли, воды или грибка внутрь электрически активного компонента;
- повреждение маркировки;
- видимые функциональные повреждения, указанные для конкретных компонентов испытуемой системы в соответствующих нормативных документах, в том числе видимые функциональные повреждения ФМ, указанные в *ГОСТ Р 56980.1* и *ГОСТ Р 58809.2*.

7.3 Отбор и подготовка образцов

Для проведения испытаний массово выпускаемых фотоэлектрических систем отбирают не менее трех образцов испытуемой системы. Если стоимость испытаний такого количества образцов слишком высока, например, при небольшой серии выпуска систем или для небольших проектов, выборка может быть ограничена двумя или одним образцами фотоэлектрической системы. Для систем, изготовленных по индивидуальному проекту, испытание проходит одна изготовленная система.

Каждому образцу на период испытаний должен быть присвоен свой идентификационный номер, который следует использовать во всех записях.

Испытуемые образцы должны быть полностью укомплектованы и сопровождаться технической документацией, отвечающей требованиям *4.6*. Испытуемые образцы должны быть изготовлены из указанных в сопроводительных документах компонентов и материалов в соответствии с чертежами и технологическими картами изготовителя и должна пройти установленные процедуры заводской проверки, контроля качества и приемочных испытаний. Испытуемые образцы и их компоненты должны отвечать требованиям раздела *4*.

Примечание — При испытаниях в процессе создания системы (до разработки технической документации) в комплект документации системы должны быть включены все имеющиеся на момент проведения испытаний сведения: расчеты, схемы, чертежи и инструкции, максимально соответствующие требованиям *4.6*, записи и результаты предыдущих испытаний, моделирования (если они проводились) и т. п.

Если в системе предусмотрены заземление, уравнивание потенциалов и молниезащита, то они должны входить в состав испытуемых образцов.

Если в процесс отбора образцов обнаружатся неисправности и видимые функциональные повреждения (см. *7.2*), такие образцы к сравнительным испытаниям не допускаются.

Если система, подлежащая испытаниям, является новой разработкой и еще не внедрена на производстве или система изготовлена для индивидуального проекта, это должно быть отмечено в протоколе испытаний.

Испытуемые образцы устанавливают в соответствии с инструкциями изготовителя и условиями работы испытуемой фотоэлектрической системы, определенными в разделе *8*. Устанавливают и подключают испытательное оборудование для начальных, промежуточных, конечных испытаний и испытаний по электроснабжению нагрузки (см. *7.4* и *7.5.2*), а также, если необходимо, и электроприемники.

Фотоэлектрические модули, на работоспособность которых световое старение оказывает существенное влияние (например, на основе аморфного кремния), должны быть подвергнуты первоначальной засветке в соответствии с *ГОСТ Р 56980.1, ГОСТ Р 56980.2, ГОСТ Р 56980.1.3, ГОСТ Р 56980.1.4* (см. также [*9*]).

Фотоэлектрическую батарею и приборы для измерения параметров ФБ и окружающей среды устанавливают, как указано в *ГОСТ Р 57903—2017,* [*подраздел 7.7, перечисления а*)—*j*)] и *ГОСТ Р 58649*.

Для размещения ФМ выбирают наиболее благоприятное место (максимальная энергетическая освещенность рабочих поверхностей ФМ и минимальная температура модулей), если оно не определено условиями работы испытуемой фотоэлектрической системы (см. *8.2* и *5.1*) и по возможности устраняют или уменьшают влияние негативных факторов (например, убирают затенение).

Фотоэлектрические модули устанавливают, ориентируя их в соответствии с инструкциями изготовителя и заданными условиями работы фотоэлектрической системы (см. *8.2* и *5.1*). Отклонение от требуемой ориентации при стационарной/сезонной ориентации ФМ должно составлять не более ±5°.

Если ориентация не задана в технической документации испытуемой системы или в условиях работы испытуемой системы (например, положением объекта, на котором устанавливают ФМ), ориентируют ФМ с разбросом в пределах 10° на юг, под углом к горизонту, обеспечивающим максимальное поступление энергетической освещенности на рабочие поверхности ФМ.

Примечания

1 Если такую ориентацию выполнить невозможно, например из-за затенения и т. п., ориентируют ФМ максимально близко к указанным условиям.

2 Угол наклона при стационарной или сезонной ориентации ФМ определяют с требуемой точностью с помощью аналитических расчетов исходя из широты местности, используя данные многолетних наблюдений.

3 Под горизонтом подразумевается математический горизонт.

Если с испытуемой системой получены готовые кабели, при монтаже системы должны быть использованы указанные кабели полной длины.

Если в испытуемой системе предусмотрены заземление, уравнивание потенциалов и молниезащита, подключают их в соответствии с инструкциями изготовителя и условиями работы испытуемой фотоэлектрической системы (см. *8.2* и *5.1*), в том числе объединяют их с соответствующими системами объекта, если это допустимо и целесообразно.

Условия размещения датчиков характеристических параметров электроприемников должны быть одинаковыми для всех электроприемников.

После завершения монтажа испытуемого образца перед началом испытаний рабочие поверхности (входные окна) ФМ тщательно очищают и описывают состояние поверхностей в протоколе испытаний.

Отмечают все пропущенные шаги или трудности при выполнении указанной изготовителем системы процедуры монтажа. Фотографируют установленную испытуемую систему вместе с испытательным обору-

дованием таким образом, чтобы были зафиксированы все основные доступные компоненты, или делают аналогичную видеозапись. На копии принципиальной схемы следует указать места установки датчиков и измерительных приборов (или места присоединения проводов измерительных приборов, если размещение самих приборов, например вольтметра, не имеет значения для результатов измерений). Принципиальная схема с внесенными данными и изменениями должна быть включена в протокол испытаний.

7.4 Начальные, промежуточные и заключительные испытания

Цель испытаний — выявление дефектов до начала испытаний и оценка изменения состояния фотоэлектрической системы и компонентов системы в результате испытаний.

Начальные, промежуточные и заключительные испытания включают нижеприведенное.

a) Визуальный контроль

Перед началом испытаний осматривают испытуемый образец с целью обнаружения неисправностей, повреждений и дефектов изготовления. После каждого испытания проверяют все компоненты испытуемого образца для выявления любых видимых дефектов, в том числе сохранность маркировки.

Если возможно, дефекты следует устранить.

При обнаружении неисправностей и видимых функциональных повреждений, указанных в *7.2*, испытуемый образец считают непрошедшим испытания.

b) Все необходимые проверки работы отдельных компонентов испытуемого образца, в том числе:

- проверяют исправность заземления элементов оборудования: надежность крепления заземляющих проводников к заземлителю и компонентам фотоэлектрической системы;
- измеряют сопротивление заземляющих устройств и проверяют целостность контура заземления. Значение сопротивления должно быть равно заданному значению;
- измеряют напряжение эквипотенциальных соединений и проверяют целостность контура системы уравнивания потенциалов. Значение напряжения должно быть равно заданному значению;
- проверяют работу электроприемников. Каждый электроприемник должен включаться в соответствии с инструкциями изготовителя и работать нормально во время работы всех остальных электроприемников. Значение характеристического параметра электроприемника должно быть равно заданному значению (если проверка электроприемника включает его измерение). При промежуточных и заключительных испытаниях проверяют электроприемники на скрытые дефекты, которые не проявились в течение испытаний, но могут привести к поломкам устройств ранее срока службы. Пристальное внимание следует уделить чувствительным к профилю напряжения электроприборам с электрическими двигателями, таким как холодильники, вентиляторы, насосы и т. д.;
- проверяют систему молниезащиты, если необходимо;
- если подготовка аккумуляторных батарей не предусмотрена в технической документации фотоэлектрической системы или контроллерам заряда необходимо несколько дней (циклов) для определения оптимального режима, выполняют процедуры, указанные в *ГОСТ Р МЭК 62124—2013* (*пункт 13.4.2)*.

Проверки работы отдельных компонентов испытуемого образца выполняют при начальных испытаниях.

c) Измерение ВАХ ФБ и определение максимальной мощности при СУИ. Измерение ВАХ ФБ в натурных условиях проводят по *ГОСТ Р 58649*.

Для того чтобы получить сравнимые результаты, все ВАХ ФБ приводят к СУИ по единой методике. Если характеристики ФМ можно считать линейными в соответствии с *ГОСТ Р МЭК 60904-10*, для приведения к СУИ используют *ГОСТ Р МЭК 60891*.

Рекомендуется при измерении ВАХ ФБ проводить тепловизионный контроль, по крайней мере, состояния ФМ (см. также [*22*]).

При начальных испытаниях ВАХ ФБ и максимальная мощность при СУИ должны совпадать с указанными в технической документации испытуемой системы. При промежуточных и заключительных испытаниях изменения максимальной мощности при СУИ должны быть не более 5 %.

Если проводился тепловизионный контроль, не должно быть выявлено перегрева, свидетельствующего о функциональных повреждениях.

d) Проверку работоспособности испытуемых образцов по *ГОСТ Р МЭК 62124*. Проверку работоспособности рекомендуется проводить при начальных испытаниях, если испытуемая фотоэлектрическая система не сертифицирована по *ГОСТ Р МЭК 62124*.

Информация о проведении, особенностях и результатах начальных, промежуточных и заключительных испытаний должна быть зафиксирована в протоколе испытаний, включая там, где это необходимо, рисунки, фотографии и видеозаписи.

7.5 Электроснабжение нагрузки при благоприятных условиях по приходу суммарной солнечной радиации

7.5.1 Назначение

Целью испытания является проверка способности фотоэлектрической системы обеспечивать работу нагрузки в благоприятных условиях солнечного освещения.

7.5.2 Испытательное оборудование

Для выполнения испытания необходимо следующее оборудование:

a) испытательное оборудование, указанное в *ГОСТ Р 58649*;

b) программируемые контроллеры, или иные средства для обеспечения работы электроприемников в соответствии с их графиками электропотребления, или устройства включения/выключения электроприемников вручную;

c) приборы для измерения характеристических параметров электроприемников, например люксметр(ы) для оценки освещенности от ламп в контрольных точках (см. [*20*]). Для измерения температуры рекомендуется использовать электронные термометры;

d) система питания контрольно-измерительных приборов, если необходимо;

e) средства измерения продолжительности работы электроприемников;

f) приборы для контроля работы таких компонентов контура потребления испытуемой системы, как аккумуляторные батареи, инверторы, контроллеры заряда и т. п., если такой контроль не выполняется самим компонентом, в том числе средства измерения напряжения, тока и температуры аккумуляторных батарей;

g) приборы для контроля правильной работы дополнительных компонентов ФБ, если они входят в состав испытуемой системы (концентраторы, устройства слежения за солнцем и т. п.), например: приборы контроля скорости расхода охладителя и его температуры на входе и выходе, если ФБ испытуемой системы включает ФМ/устройства с концентраторами, в которых предусмотрено активное охлаждение;

h) дополнительные средства для измерения выходных параметров ФБ, необходимые в связи с особенностями конструкции ФМ (например, если ФБ включает двусторонние модули, см. [*23*]).

7.5.3 Проведение испытания

Испытания проводят в два этапа.

На первом этапе выполняют начальный заряд аккумуляторных батарей, на втором — осуществляют рабочие циклы.

Схема цикла первого этапа показана на рисунке *2*.

Перед проведением испытания рабочие поверхности (входные окна) ФМ тщательно очищают и описывают состояние поверхностей в протоколе испытаний.

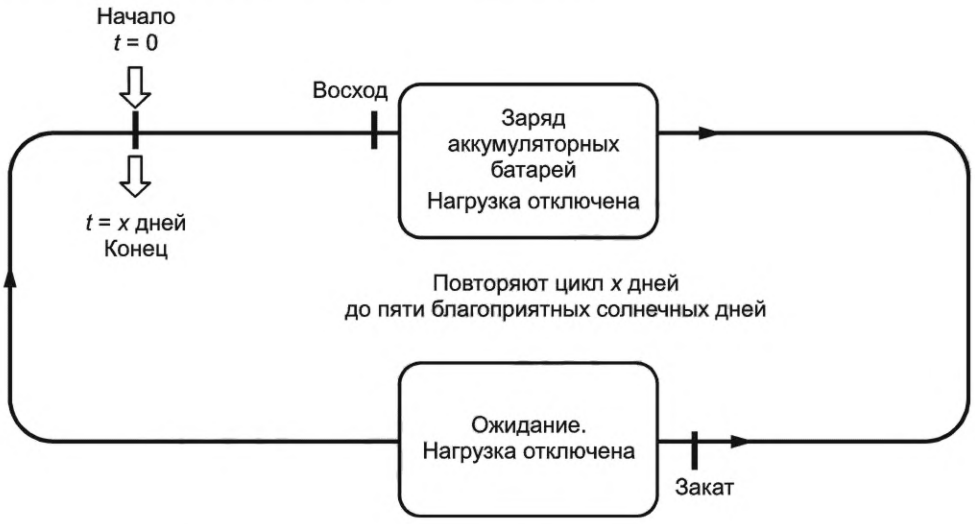

Рисунок 2 — Циклы начального заряда аккумуляторных батарей

Заряд аккумуляторных батарей контролируют с помощью контроллера заряда испытуемой системы без какого-либо ручного вмешательства. Все электроприемники должны быть выключены.

Начальный заряд аккумуляторных батарей испытуемой системы выполняют в течение x дней ($x \geq 5$), пока не будет зафиксировано по крайней мере пять благоприятных солнечных дней (или другое количество благоприятных дней, если оно указано в исходных требованиях).

Благоприятным солнечным днем считают день, когда приход суммарной солнечной радиации равен или превышает 90 % расчетного значения, указанного в исходных требованиях.

Рекомендуется выполнять начальный заряд в тот период, когда вероятность пяти благоприятных солнечных дней подряд наиболее высока.

Непосредственно после завершения первого этапа переходят к проведению второго этапа — выполнение рабочих циклов. Схема рабочего цикла показана на рисунке *3*.

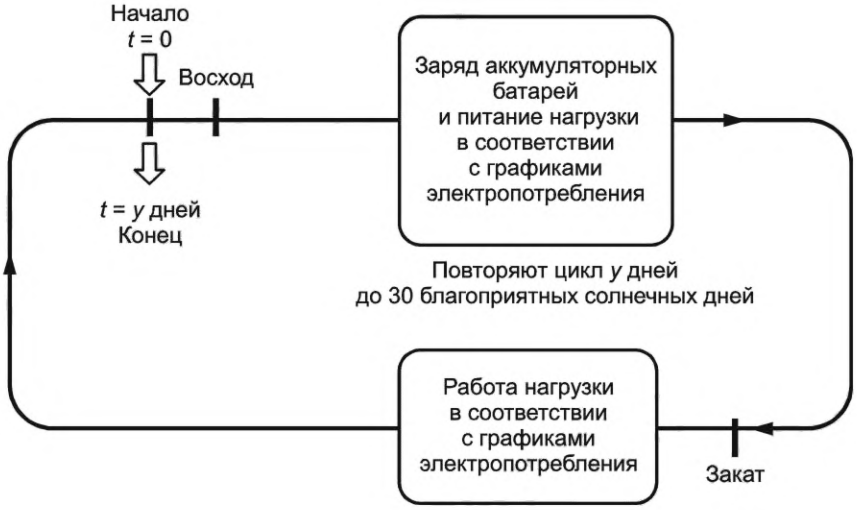

Рисунок 3 — Рабочие циклы испытания на электроснабжение нагрузки при благоприятных условиях по приходу суммарной солнечной радиации

Перед первым рабочим циклом выполняют предварительный цикл по аналогичной схеме для проверки работоспособности программируемого контроллера (при наличии) и всех средств измерений.

Время начала и конца цикла — незадолго до восхода солнца.

Зарядом аккумуляторных батарей управляет контроллер заряда.

Электроприемники включают и выключают в соответствии с их графиками электропотребления для этого календарного дня либо вручную, либо с помощью программируемого контроллера. Учитывают приоритетность работы электроприемников в том случае, если емкость аккумуляторных батарей ниже или около уровня, соответствующего необходимой суммарной мощности электроприемников в данный момент времени, если такая приоритетность описана в исходных требованиях.

Цикл восход — заход — восход солнца повторяют y дней ($y \geq 30$) до тех пор, пока не будет зарегистрировано 30 благоприятных солнечных дней (или другое число благоприятных дней, если оно указано в исходных требованиях).

Рекомендуется проводить испытания в наиболее солнечный период года, чтобы y было меньше или равно 40 дням. Это позволит обеспечить наибольшую достоверность и сопоставимость результатов, сократить продолжительность испытания и снизить его стоимость.

В течение всего времени испытаний контролируют и регистрируют начало и окончание работы электроприемников в соответствии с каждым шагом графиков электропотребления электроприемников и значения их характеристических параметров. Если в исходных требованиях указаны условия измерений характеристических параметров, измерения проводят в соответствии с этими условиями.

У электроприемников первого типа (см. *6.1*) измеряют значение характеристического параметра в одно и то же время каждый час работы (если более частые измерения не заданы в исходных требованиях). Если количество электроприемников в группе одинаковых электроприемников больше трех и все электроприемники работают в одинаковых условиях (световой поток достигает точек измерения в одинаковых условиях), можно измерять значение характеристического параметра трех электроприемников.

Пример формы записи режима работы электроприемников и действий оператора при проведении испытания приведен в приложении *А*.

В процессе проведения испытания также измеряют следующие параметры:

- другие параметры, свидетельствующие о нормальной работе электроприемников, если необходимо;
- напряжение и ток ФБ и температуру ФМ;
- напряжение и ток постоянного тока, идущего на нагрузку;
- напряжение и ток на выходе переменного тока инвертора, если он входит в систему;-
- энергетическую освещенность рабочих поверхностей ФМ;
- температуру окружающей среды и скорость ветра в месте установки ФМ;
- температуру аккумуляторных батарей.

Если в состав ФБ испытуемой системы входят фотоэлектрические устройства с концентраторами, в которых использовано активное охлаждение, также измеряют скорость расхода охладителя и температуру на входе и выходе. Изменения скорости расхода охладителя не должны быть более 2 %, и в течение любого 5-минутного интервала температура не должна меняться более чем на 1 °С.

В течение испытаний следят за появлением видимых ухудшений выполнения электроприемниками своих функций, не связанных с изменениями выходных параметров ФБ и других компонентов системы или изменением условий.

В процессе испытаний не должно быть отказов компонентов испытуемой системы, в противном случае систему считают не прошедшей испытания.

7.5.4 **Оценка результатов испытания**

Испытание должны пройти все испытуемые образцы фотоэлектрической системы без повреждений и выхода из строя компонентов системы.

Все образцы фотоэлектрической системы должны пройти промежуточные испытания, у каждого испытуемого образца должны отсутствовать видимые функциональные повреждения компонентов системы, указанных в *7.2*.

Если фотоэлектрическая система соответствует указанным выше условиям, определяют индекс обеспечения нагрузки испытуемой фотоэлектрической системы $S_{\text{ФЭС good}}$ как среднеарифметическое значений, полученных для каждого испытуемого образца по формуле (*8*).

Испытанную фотоэлектрическую систему считают выдержавшей испытания, если $S_{\text{ФЭС good}} \geq 0{,}70$.

Если проводят испытания серийно выпускаемой системы не для оценки ее работы на конкретном объекте (типе объектов) и такая система не выдержала испытания по значению индекса обеспечения нагрузки, то возможны два варианта:

- изменить требования условий работы фотоэлектрической системы (если это приемлемо) на те, при которых испытуемая система соответствует требованиям;
- признать систему не прошедшей испытания.

Если проводят сравнительные испытания нескольких фотоэлектрических систем для выбора наиболее подходящей системы, то возможны два варианта:

- изменить требования условий работы фотоэлектрической системы (если это приемлемо) и выбрать из испытанных фотоэлектрических систем тех, которые могут соответствовать новым требованиям;
- выбрать новые фотоэлектрические системы повторить испытания.

Если выбран вариант «изменить требования условий работы фотоэлектрической системы», испытания по *7.6* следует проводить при новых условиях работы, и именно они должны быть указаны в протоколе испытаний и в ссылках на прохождения системы испытаний по настоящему стандарту.

7.6 Электроснабжение нагрузки при неблагоприятных условиях по приходу суммарной солнечной радиации

7.6.1 **Назначение**

Целью испытания является проверка способности фотоэлектрической системы обеспечивать работу нагрузки в неблагоприятных условиях солнечного освещения.

Испытание проводят непосредственно после испытания при благоприятных условиях по приходу суммарной солнечной радиации.

7.6.2 **Испытательное оборудование**

Используют оборудование, аналогичное приведенному в *7.5*.

7.6.3 **Проведение испытания**

Схема цикла испытаний показана на рисунке *4*.

Испытание проводят, как указано в *7.5*.

В отличие от *7.5* цикл восход — заход — восход солнца повторяют z дней ($z \geq 30$) до тех пор, пока не будет зарегистрировано 30 неблагоприятных солнечных дней (или другое количество неблагоприятных дней, если оно указано в исходных требованиях).

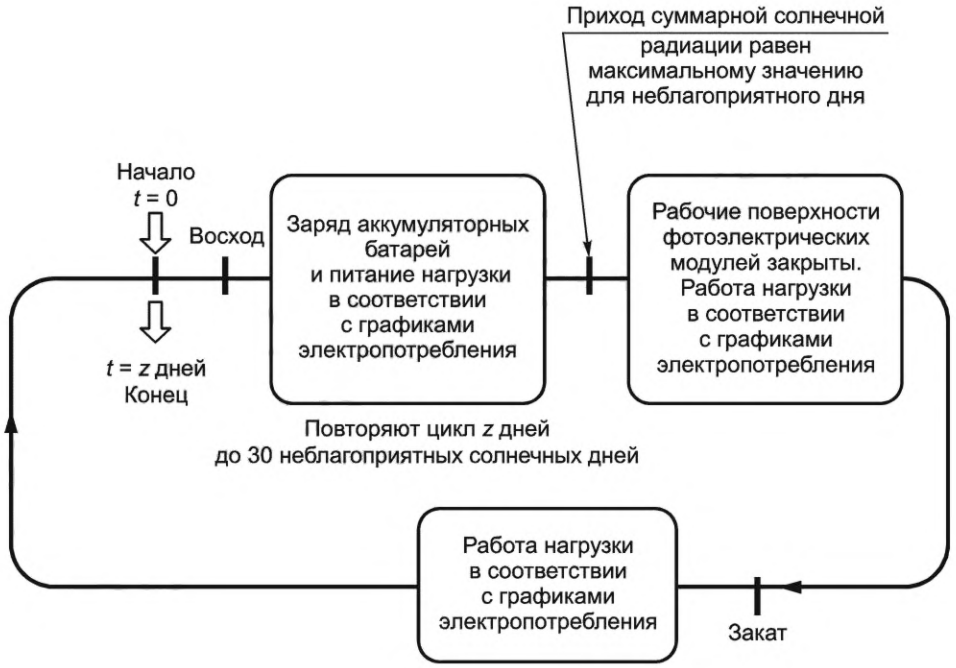

Рисунок *4* — Рабочие циклы испытания на электроснабжение нагрузки при неблагоприятных условиях по приходу суммарной солнечной радиации

Неблагоприятным солнечным днем считают тот день, когда приход суммарной солнечной радиации соответствует характерным неблагоприятным условиям на месте эксплуатации по дефициту выработки и находится в интервале значений, указанных в исходных требованиях в процентах от расчетного суточного прихода суммарной солнечной радиации.

Если приход суммарной солнечной радиации превышает диапазон значений для неблагоприятного дня, рекомендуется использовать затенение рабочих поверхностей ФМ в течение части дня (см. рисунок *4*). При этом следует обеспечить одинаковые условия и режимы затенения для всех ФМ в системе и для всех испытуемых систем.

***7.6.4* Оценка результатов испытания**

Испытание должны пройти все испытуемые образцы фотоэлектрической системы без повреждений и выхода из строя компонентов системы.

Все образцы фотоэлектрической системы должны пройти промежуточные испытания, у каждого испытуемого образца должны отсутствовать видимые функциональные повреждения компонентов системы, указанных в *7.2*.

Если фотоэлектрическая система соответствует указанным выше условиям, определяют индекс обеспечения нагрузки испытуемой фотоэлектрической системы $S_{\text{ФЭС bad}}$ как среднеарифметическое значений, полученных для каждого испытуемого образца по формуле (*8*).

Испытанную фотоэлектрическую систему считают выдержавшей испытания, если $S_{\text{ФЭС bad}} \geq 0{,}35$.

Если проводят испытания серийно выпускаемой системы не для оценки ее работы на конкретном объекте (типе объектов) и такая система не выдержала испытания по значению индекса обеспечения нагрузки, то возможны два варианта:

- изменить требования условий работы фотоэлектрической системы (если это приемлемо) на те, при которых испытуемая система соответствует требованиям;
- признать систему не прошедшей испытания.

Если проводят сравнительные испытания нескольких фотоэлектрических систем для выбора подходящей системы, то возможны два варианта:

- изменить требования условий работы фотоэлектрической системы (если это приемлемо) и выбрать из испытанных фотоэлектрических систем те, которые могут соответствовать новым требованиям;
- выбрать новые фотоэлектрические системы, повторить испытания.

Если выбран вариант «изменить требования условий работы фотоэлектрической системы», именно они должны быть указаны в протоколе испытаний и в ссылках на прохождения системы испытаний по настоящему стандарту.

8 Оценка и выбор

8.1 Общие положения

Основополагающим требованием при оценке и выборе индивидуальных автономных фотоэлектрических систем для сельской электрификации является требование полноты и достоверности исходных данных. Исходные данные должны включать: данные об условиях работы фотоэлектрической системы (данные об условиях эксплуатации и нагрузке); полные данные от изготовителей систем, позволяющие достоверно оценить варианты функционирования системы, значения ее параметров и состояние в разных условиях эксплуатации и при разных вариантах возможной нагрузки; данные от изготовителей компонентов, полностью описывающие все характеристики компонентов, влияющие на характеристики и работу системы в целом.

Оценку фотоэлектрической системы по степени обеспечения нагрузки выполняют для конкретных условий работы системы (сочетания условия эксплуатации—нагрузка).

Фотоэлектрические системы и ее компоненты должны отвечать требованиям раздела *4*.

8.2 Определение условий работы фотоэлектрической системы

Условия работы фотоэлектрической системы (заданные для испытаний требования или требования конкретного потребителя к индивидуальной автономной фотоэлектрической системе) определяют нижеприведенным образом.

Если известен объект, для которого необходимо оценить степень обеспечения нагрузки фотоэлектрической системой, описывают условия работы системы на объекте как указано в *разделе 5*. Характеристики фотоэлектрической системы должны соответствовать этим условиям.

Если проводят испытания серийно выпускаемой системы без привязки к конкретному объекту, то все данные, относящиеся к условиям эксплуатации (кроме приведенных в *4.3*) и к работе нагрузки [указанные в *5.2.1, перечисления b) и d)* и в *5.2.2*)], выбирают по согласованию изготовителя систем, заказчика испытаний и испытательной лаборатории. Выбранный вариант заносят в протокол испытаний и указывают при ссылке на испытание фотоэлектрической системы по настоящему стандарту.

Выбирают наиболее показательный сезон (период) с точки зрения климатических условий и потребностей объекта в электроснабжении и характеристический(ие) день (дни) для расчета требований к параметрам и характеристикам фотоэлектрической системы [см., например, *ГОСТ Р 57903*, *подраздел 8.4, перечисление 1*)]. Для тех электроприемников, электропотребление которых в разные сутки неодинаковое, определяют ежесуточные графики электропотребления электроприемников и график нагрузки для этого периода или, если достаточно для сравнения фотоэлектрических систем, характерные суточные графики электропотребления электроприемников для этого периода.

Примечание — Характеристический день выбирают, прежде всего, по энергетической освещенности и температуре воздуха в сочетании с максимально возможным электропотреблением для таких дней: максимальная энергетическая освещенность при минимальной для нее температуре, минимальная энергетическая освещенность при максимальной для нее температуре, требуемое/выбранное соотношение энергетической освещенности к максимальной и/или минимальной энергетической освещенности и т. д.

Если проводят оценку электроснабжения фотоэлектрической системой нагрузки конкретного объекта (типа объектов), то определяют расчетный приход суммарной солнечной радиации для данного объекта.

Определяют диапазон прихода суммарной солнечной радиации, соответствующий типичным неблагоприятным условиям на месте эксплуатации по дефициту выработки (например, приходу суммарной солнечной радиации в зимний период или сезон дождей), который следует считать неблагоприятными условиями испытаний. Предельные значения диапазона указывают в процентах от значения расчетного прихода суммарной солнечной радиации.

Определяют требуемую гарантированную длительность работы нагрузки в соответствии с графиками электропотребления (часов), т. е. расчетную (минимально допустимую) длительность работы системы только от аккумуляторных батарей, когда энергетическая освещенность рабочих поверхностей фотоэлектрических модулей низкая или практически отсутствует.

Если необходимо, определяют другие условия испытаний. Например, указывают количество благоприятных и неблагоприятных дней, которое следует учитывать при проведении циклов испытаний на электроснабжение нагрузки, указывают количество измерений электроприемников первого типа в час и т. д.

При оценке электроснабжения нагрузки конкретного объекта (типа объектов), если возможно, выбирают наиболее благоприятное место размещения ФМ (максимальная энергетическая освещенность рабочих поверхностей и максимальное охлаждение ФМ) и по возможности устраняют или уменьшают влияние негативных факторов (например, убирают затенение).

8.3 Оценка характеристик фотоэлектрической системы в заданных условиях работы

Исходя из данных *8.2 д*ля заданного сочетания условия эксплуатации—нагрузка, как минимум, определяют:

a) условия размещения ФМ: угол наклона и ориентацию (при наличии ограничений по размещению модулей);

b) если имеется, влияние затенения, дополнительных отражающих поверхностей, загрязнения воздуха и т. д. на итоговый уровень энергетической освещенности рабочих поверхностей ФМ;

c) требуемую максимальную мощность ФБ и ее изменение в течение года (в течение периода работы нагрузки в году);

d) требуемую максимальную суточную выработку ФБ и ее изменение в течение года (или в течение периода работы нагрузки в году);

e) суммарную емкость аккумуляторных батарей (без учета остаточной емкости);

f) максимально возможную площадь размещения ФМ (при наличии ограничения).

Значения выходных параметров фотоэлектрической системы, рассчитанные для заданных условий работы, и другие характеристики системы, указанные в ее технической документации, должны соответствовать значениям, полученным в перечислениях a)—f).

Если проводят оценку фотоэлектрической системы для конкретного объекта (типа объектов) и максимальная энергетическая освещенность рабочих поверхностей ФМ на месте эксплуатации может превышать 1000 Вт/м^2, для оценки соответствия условиям безопасности определяют максимально возможное напряжение и максимальный ток короткого замыкания ФБ. Эти значения не должны превышать значений, на которые рассчитаны компоненты ФБ.

Примечание — Максимально возможное напряжение ФБ — это напряжение холостого хода ФБ при СУИ с поправкой на минимальную ожидаемую рабочую температуру и максимально возможную (для данной местности, места установки ФБ) энергетическую освещенность (см. *ГОСТ Р 56978—2016, подраздел 5.4*).

8.4 Выбор фотоэлектрических систем для сравнения

Выбор проводят по соответствию параметров, условий эксплуатации и условий монтажа компонентов системы, условий безопасности и по соответствию системы и ее компонентов особым условиям (например, условиям работы при повышенном содержании аммиака в воздухе и т. п.).

Для выбора выполняют требования *8.2* и *8.3*. Значения выходных параметров выбранных фотоэлектрических систем, рассчитанные для заданных в *8.2* условий работы, и другие характеристики систем, указанные в их технической документации, должны соответствовать значениям, полученным в перечислениях a)—f).

8.5 Оценка фотоэлектрической системы по степени обеспечения нагрузки

Для оценки степени обеспечения нагрузки индивидуальной автономной фотоэлектрической системой проводят испытания, указанные в разделе *7,* и рассчитывают индексы обеспечения нагрузки по разделу *6*.

8.6 Выбор фотоэлектрической системы по степени обеспечения нагрузки

Для каждой из фотоэлектрических систем, прошедших испытания по разделу *7*, определяют годовой индекс обеспечения нагрузки по формуле *(9)*.

Лучшим вариантом по степени обеспечения нагрузки является фотоэлектрическая система с наибольшим значением индексом обеспечения нагрузки $S_{ФЭСгод}$.

С учетом экономических показателей выбирают ту систему, которая предлагает наилучший компромисс между $S_{ФЭСгод}$ и экономическими показателями.

Если несколько фотоэлектрических систем имеют одинаковый $S_{ФЭСгод}$, рекомендуется выбрать систему с большей остаточной емкостью.

Для определения остаточной емкости аккумуляторных батарей можно использовать один из двух методов:

a) измерение напряжения аккумуляторных батарей (простой, но не достаточно точный метод);

b) выполнение пяти циклов разряда/заряда аккумуляторных батарей.

По второму методу остаточную емкость аккумуляторных батарей следующим образом (см. также [*19*], *4.2.3.2.2.4*):

1) разряд током $I_{10,}$ А, до предельного напряжения разряда;

2) ожидание 12 ч;

3) заряд током I_{10} в течение 10 ч при ограничении напряжения значением максимально допустимого зарядного напряжения;

4) разряд (дозаряд) током I_{10}, в течение 2 ч;

5) ожидание 12 ч и переход к началу цикла [перечисление 1)].

Для каждого разряда:

- измеряют продолжительность разряда t_d (от начала разряда до прекращения разряда на пороге низкого напряжения);

- рассчитывают разряженную емкость C по формуле

$$C = I_{10} \cdot t_d. \qquad (11)$$

Фиксируют значение емкости, разряженной за каждый цикл, и значение остаточной емкости.

Остаточную емкостью определяют как среднеарифметическое значение остаточной емкости пяти циклов. Если одно из зарегистрированных значений отличается от среднего значения более чем на 20 %, это значение учитывают, и среднее значение пересчитывают для оставшихся значений.

Также при одинаковых $S_{ФЭСгод}$ лучшей является та система, у которой наблюдаются наименьшее ухудшение максимальной мощности ФБ по результатам испытаний и/или наименьшая деградация максимальной мощности ФМ при СУИ. Также может быть выбрана та система, фотоэлектрические модули которой занимают наименьшую площадь (если ограничения площади значимы для потребителя).

Приложение А
(справочное)

Пример формы суточной записи испытаний на электроснабжение нагрузки

Таблица А.1 — Пример формы суточной записи испытаний на электроснабжение нагрузки

Сравнительные испытания индивидуальной автономной фотоэлектрической системы											
Оценка способности обеспечить работу требуемой нагрузки											
Дата:						Оператор:					
Испытуемая система: торговая марка, изготовитель											
Испытуемый образец: идентификационный номер образца											
Электро-приемник		Лампа		Телевизор		Радиоприемник		Холодиль-ник		Слабое освеще-ние	
Количество											
Часы		Действия, выполняемые в течение работы электроприемников									
Нача-ло	Ко-нец	Начало	Конец	Начало	Конец	Начало	Конец	Нача-ло	Ко-нец	Нача-ло	Конец
0	1										
1	2										
2	3										
3	4										
4	5		Проверить «лампы включены»				Проверить «радио-приемник включен»				
5	6		Измерить освещен-ность на *n* ламп				Проверить «радиопри-емник еще включен»				
6	7	Проверить «лампы выключе-ны»					Проверить «радиопри-емник еще включен»				
7	8					Проверить «радио-приемник выключен»		X	X		
8	9										
9	10										
10	11						Проверить «радио-приемник включен»	X			
11	12						Проверить «радиопри-емник еще включен»				

Продолжение таблицы А.1

Сравнительные испытания индивидуальной автономной фотоэлектрической системы											
Оценка способности обеспечить работу требуемой нагрузки											
Дата:						Оператор:					
Испытуемая система: торговая марка, изготовитель											
Испытуемый образец: идентификационный номер образца											
Электро-приемник		Лампа		Телевизор		Радиоприемник		Холодиль-ник		Слабое освеще-ние	
Количество											
Часы		Действия, выполняемые в течение работы электроприемников									
Нача-ло	Ко-нец	Начало	Конец	Начало	Конец	Начало	Конец	Нача-ло	Ко-нец	Нача-ло	Конец
12	13					Проверить «радио-приемник выключен»		X			
13	14										
14	15										
15	16										
16	17						Проверить «радио-приемник включен»		X		
17	18		Проверить «лампы включены»				Проверить «радиопри-емник еще включен»	X			
18	19		Измерить освещен-ность на *n* лампах				Проверить «радиопри-емник еще включен»				
19	20		Измерить освещен-ность на *n* лампах			Проверить «радио-приемник выключен»		X			
20	21		Измерить освещен-ность на *n* лампах					X			
21	22		Измерить освещен-ность на *n* лампах								
22	23		Измерить освещен-ность на *n* лампах								Проверить «тусклый свет вклю-чен»

Окончание таблицы А.1

<table>
<tr><td colspan="12">Сравнительные испытания индивидуальной автономной фотоэлектрической системы</td></tr>
<tr><td colspan="12">Оценка способности обеспечить работу требуемой нагрузки</td></tr>
<tr><td colspan="6">Дата:</td><td colspan="6">Оператор:</td></tr>
<tr><td colspan="12">Испытуемая система: торговая марка, изготовитель</td></tr>
<tr><td colspan="12">Испытуемый образец: идентификационный номер образца</td></tr>
<tr><td colspan="2">Электро-приемник</td><td colspan="2">Лампа</td><td colspan="2">Телевизор</td><td colspan="2">Радиоприемник</td><td colspan="2">Холодиль-ник</td><td colspan="2">Слабое освеще-ние</td></tr>
<tr><td colspan="2">Количество</td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="2">Часы</td><td colspan="10">Действия, выполняемые в течение работы электроприемников</td></tr>
<tr><td>Нача-ло</td><td>Ко-нец</td><td>Начало</td><td>Конец</td><td>Начало</td><td>Конец</td><td>Начало</td><td>Конец</td><td>Нача-ло</td><td>Ко-нец</td><td>Нача-ло</td><td>Конец</td></tr>
<tr><td>23</td><td>24</td><td>Проверять «лампы выключе-ны»</td><td></td><td>Про-верять «теле-визор выклю-чен»</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>Про-верить «тусклый свет еще включен»</td></tr>
<tr><td colspan="12">Примечания
1 Цветные ячейки обозначают периоды, когда электроприемники работают и потребляют энергию; для холодильника ячейки окрашены в другой цвет, чтобы подчеркнуть, что холодильник работает все время, но не известно, когда он потребляет электроэнергию.
2 Знак «X» показывает последовательность открывания/закрывания дверцы холодильника. Открытие/закрытие двери предназначено для имитации подъема или складирования; оно должно быть коротким (~10 с).</td></tr>
</table>

Приложение ДА
(справочное)

Примеры знаков безопасности, которые должны быть установлены на индивидуальных автономных фотоэлектрических системах

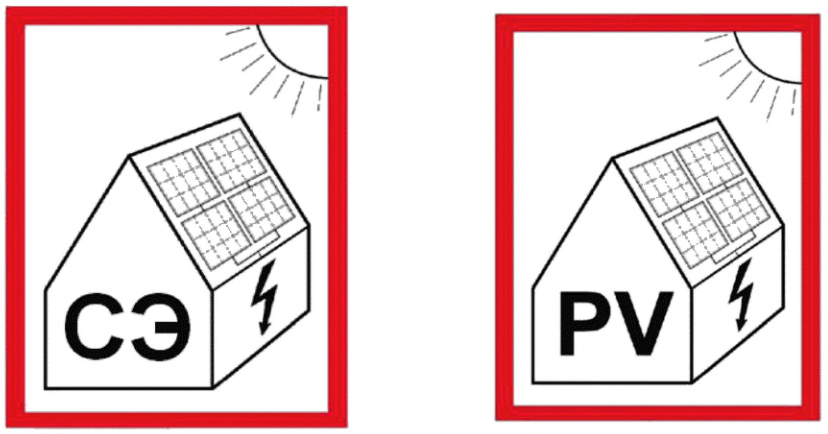

Рисунок ДА.1 — Пример знака, предупреждающего о наличии ФМ на здании, и идентичный знак МЭК



Рисунок ДА.2 — Примеры знака «Солнечная установка. Постоянный ток» для размещения, например, на соединительных коробках и проводке постоянного тока и идентичный знак МЭК



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

b) «Под нагрузкой не включать/отключать»

c) «Под напряжением при освещении»

d) «Стой! Напряжение»

Рисунок ДА.3 — Примеры знаков, указывающих на то, что любой компонент ФБ может находиться под напряжением в любой момент времени независимо от того, разомкнуты или не разомкнуты выключатели в ФБ



Рисунок ДА.4 — Примеры знака «Под напряжением! Не разъединять»



Рисунок ДА.5 — Пример знака на выключателе-разъединителе ФБ (главном выключателе ФБ) и идентичный знак МЭК



Рисунок ДА.6 — Пример предупреждающего знака на главном распределительном щите объекта и идентичный знак МЭК для случая, когда ФБ расположена на крыше

Приложение ДБ
(справочное)

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

Таблица ДБ.1

Обозначение ссылочного национального, межгосударственного стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование ссылочного международного стандарта, документа
ГОСТ 14254—2015 (IEC 60529:2013)	MOD	IEC 60529:2013 «Степени защиты, обеспечиваемые оболочками (Код IP)»
ГОСТ IEC 62262—2015	IDT	IEC 62262:2002 «Электрооборудование. Степени защиты, обеспечиваемой оболочками от наружного механического удара (код IK)»
ГОСТ Р 56124.5—2014 (IEC/TS 62257-5:2005)	MOD	IEC/TS 62257-5:2005 «Гибридные системы небольших размеров с возобновляемой энергией, предназначенные для сельской электрификации. Рекомендации. Часть 5. Защита от опасности, связанной с электричеством»
ГОСТ Р 56124.6—2014 (IEC/TS 62257-6:2005)	MOD	IEC/TS 62257-6:2005 «Гибридные системы небольших размеров с возобновляемой энергией, предназначенные для сельской электрификации. Рекомендации. Часть 6. Защита от опасности, связанной с электричеством»
ГОСТ Р 56980.1—2022 (МЭК 61215-1:2021)	MOD	IEC 61215-1:2021 «Модули фотоэлектрические наземные. Оценка соответствия техническим требованиям. Часть 1. Требования к испытаниям»
ГОСТ Р 56980.1.3—2022 (МЭК 61215-1-3:2022)	MOD	IEC 61215-1.3:2022 «Модули фотоэлектрические наземные. Оценка соответствия техническим требованиям. Часть 1-3. Специальные требования к испытаниям фотоэлектрических модулей на основе тонкопленочного аморфного кремния»
ГОСТ Р 56980.1.4—2022 (МЭК 61215-1-4:2022)	MOD	IEC 61215-1.4:2022 «Модули фотоэлектрические наземные. Оценка соответствия техническим требованиям. Часть 1-4. Специальные требования к испытаниям тонкопленочных фотоэлектрических модулей на основе $Cu(In, Ga)(S, Se)_2$»
ГОСТ Р 56980.2—2022 (МЭК 61215-2:2021)	MOD	IEC 61215-2:2021 «Модули фотоэлектрические наземные. Оценка соответствия техническим требованиям. Часть 2. Методы испытаний»
ГОСТ Р 58809.1—2020 (МЭК 61730-1:2016)	MOD	IEC 61730-1:2016 «Модули фотоэлектрические. Оценка безопасности. Часть 1. Требования к конструкции»
ГОСТ Р 58809.2—2020 (МЭК 61730-2:2016)	MOD	IEC 61730-2:2016 «Модули фотоэлектрические. Оценка безопасности. Часть 2. Методы испытаний»

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

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

Приложение ДВ
(справочное)

Сопоставление структуры настоящего стандарта со структурой примененного в нем международного документа

Таблица ДВ.1

Структура настоящего стандарта	Структура международного документа IEC/TS 62257-9-6:2019
1 Область применения	1 Область применения
2 Нормативные ссылки	2 Нормативные ссылки
3 Термины и определения	3 Термины, определения и сокращения
4 Требования к фотоэлектрическим системам (разделы 4 и 5)	3.1 Термины и определения
4.1 Состав фотоэлектрической системы (раздел 4)	3.2 Сокращения
4.2 Общие требования к фотоэлектрическим системам (5.2.4, 5.2.6, 5.3.2)	4 Границы системы
4.3 Требования к компонентам (5.2.3)	5. Предварительный выбор системы
4.4 Технические характеристики (5.2.3, 5.2.4)	5.1 Услуги, предоставляемые системой
4.5 Знаки и надписи	5.2 Спецификация модели
4.6 Требования к документации (5.2.7)	5.2.1 Общие условия эксплуатации
5 Требования к описанию условий работы фотоэлектрической системы (5.3.1)	5.2.2 Конструкция
5.1 Условия эксплуатации (5.2.1)	5.2.3 Требования к компонентам
5.2 Нагрузки (6.2)	5.2.4 Требования безопасности
6 Показатели степени обеспечения нагрузки (6.3)	5.2.5 Требования к монтажу
6.1 Индексы выполнения функции (6.3)	5.2.6 Требования к эксплуатации и обслуживанию
6.2 Взвешенные индексы выполнения функций (6.3)	5.2.7 Документация и маркировка
6.3 Индекс обеспечения нагрузки (6.3)	5.3 Предварительный выбор
7 Испытания на определение степени обеспечения нагрузки (раздел 6)	5.3.1 Данные ТЗ, предоставляемые потенциальным поставщикам
7.1 Порядок проведения испытаний (6.4.1)	5.3.2 Ответы, которые должны предоставить потенциальные поставщики
7.2 Основные неисправности и видимые функциональные повреждения (6.4.2)	5.3.3 Критерии предварительного выбора
7.3 Отбор и подготовка образцов (4.2.5, 6.4.3.2)	6 Сравнительные испытания
7.4 Начальные, промежуточные и заключительные испытания (6.4.2, 6.4.5)	6.1 Общие положения
7.5 Электроснабжение нагрузки при благоприятных условиях по приходу суммарной солнечной радиации (6.4.3)	6.2 Нагрузка
7.5.1 Назначение (6.4.3.1)	6.3 Индекс выполнения функции

Окончание таблицы А.1

Структура настоящего стандарта	Структура международного документа IEC/TS 62257-9-6:2019
7.5.2 Испытательное оборудование (6.4.3.3)	6.4 Программа испытаний
7.5.3 Проведение испытания (6.4.3.4)	6.4.1 Порядок проведения испытаний
7.5.4 Оценка результатов испытания (6.4.3.5)	6.4.2 Испытание 1: начальная проверка и ввод в эксплуатацию
7.6 Электроснабжение нагрузки при неблагоприятных условиях по приходу суммарной солнечной радиации (6.4.4)	6.4.3 Испытание 2: электроснабжение нагрузки при неблагоприятных условиях по приходу суммарной солнечной радиации
7.6.1 Назначение (6.4.4.1)	6.4.4 Испытание 3: электроснабжение нагрузки при неблагоприятных условиях по приходу суммарной солнечной радиации
7.6.2 Испытательное оборудование (6.4.4.3)	6.4.5 Испытание 4: заключительная проверка
7.6.3 Проведение испытания (6.4.4.4)	6.4.6 Окончательный выбор
7.6.4 Оценка результатов испытания (6.4.4.5)	Приложение А Лист регистрации данных визуального осмотра
8 Оценка и выбор (5.3, 6.4.6)	Приложение В Лист пусконаладочных работ
8.1 Общие положения	Приложение С Примеры профилей нагрузки для сравнительных испытаний
8.2 Определение условий работы фотоэлектрической системы (5.3.1, 6.2)	Приложение D Формы инструкций и протоколов регистрации данных (в соответствии с профилем нагрузки, предложенным в приложении А)
8.3 Оценка характеристик фотоэлектрической системы в заданных условиях работы (5.3.2, 5.3.3)	—
8.4 Выбор фотоэлектрических систем для сравнения (5.3.2, 5.3.3)	—
8.5 Оценка фотоэлектрической системы по степени обеспечения нагрузки	—
8.6 Выбор фотоэлектрической системы по степени обеспечения нагрузки (6.4.6)	—
Приложение А Пример формы суточной записи испытаний на электроснабжение нагрузки	—
Приложение ДА Примеры знаков безопасности, которые должны быть установлены на индивидуальных автономных фотоэлектрических системах	—
Приложение ДБ Сведения о соответствии ссылочных национальных и межгосударственных стандартов международным стандартам, использованным в качестве ссылочных в примененном международном документе	—
Приложение ДВ Сопоставление структуры настоящего стандарта со структурой примененного в нем международного документа	—
Примечание — После заголовков разделов (подразделов) настоящего стандарта приведены в скобках номера аналогичных им разделов (подразделов, пунктов) международного документа.	

Библиография

[1] *IEC/TS 62257-4:2015* *Гибридные системы на основе возобновляемых источников энергии для сельской электрификации. Рекомендации. Часть 4. Выбор и проектирование системы (Recommendations for renewable energy and hybrid systems for rural electrification — Part 4: System selection and design)*

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

[3] *МЭК 62548:2016* *Батареи фотоэлектрические. Требования к проектированию [Photovoltaic (PV) arrays — Design requirements]*

[4] *Правила устройства электроустановок: 7-е издание (ПУЭ). М.: Изд-во ЗАО «Энергосервис», 2022. 610 с.*

[5] *МЭК 60364-7-712:2017* *Электроустановки низковольтные. Часть 7-712. Требования к специальным установкам или местам их размещения. Системы питания с использованием фотоэлектрических (PV) солнечных батарей [Low voltage electrical installations — Part 7-712: Requirements for special installations or locations — Solar photovoltaic (PV) power supply systems]*

[6] *МЭК 62920:2021* *Фотоэлектрическая система производства электроэнергии. Требования к электромагнитной совместимости и методы испытаний оборудования для преобразования электроэнергии (Photovoltaic power generating systems — EMC requirements and test methods for power conversion equipment)*

[7] *IEC/TS 62257-9-4:2016* *Гибридные электростанции на основе возобновляемых источников энергии, предназначенной для сельской электрификации. Рекомендации. Часть 9-4. Интегрированные системы. Установка пользователя (Recommendations for small renewable energy and hybrid systems for rural electrification — Part 9-4: Integrated system — User installation)*

[8] *МЭК 61215-1-1:2022* *Модули фотоэлектрические наземные. Оценка соответствия техническим требованиям. Часть 1-1. Специальные требования к испытаниям фотоэлектрических модулей на основе кристаллического кремния [Terrestrial photovoltaic (PV) modules — Design qualification and type approval — Part 1-1: Special requirements for testing of crystalline silicon photovoltaic (PV) modules]*

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

[10] *МЭК 62093:2022* *Оборудование для преобразования энергии фотоэлектрических систем. Квалификация конструкции и утверждение типа (Photovoltaic system power conversion equipment — Design qualification and type approval)*

[11] *МЭК 62109 (все части)* *Безопасность силовых преобразователей для фотоэлектрических систем (Safety of power converters for use in photovoltaic power systems)*

[12] *МЭК 60146 (все части)* *Преобразователи полупроводниковые (Semiconductor convertors)*

[13] *МЭК 62477-1:2016* *Требования безопасности к силовым электронным преобразовательным системам и оборудованию. Часть 1. Общие положения (Safety requirements for power electronic converter systems and equipment — Part 1: General)*

[14] *МЭК 60068-2-6:2007* *Испытания на воздействие внешних факторов. Часть 2: Испытания. Испытание Fc: Вибрация (синусоидальная) [Environmental testing — Part 2-6: Tests — Test Fc: Vibration (sinusoidal)]*

[15] *UL 4703* *Правила испытаний проводки, применяемой в фотоэлектрических устройствах системах (Outline of Investigation for Photovoltaic Wire)*

[16] *VDE-AR-E 2283-4* *Требования к кабелям для фотоэлектрических систем (Requirements for cables for PV systems)*

[17] *СО 153-34.21.122—2003* *Инструкция по устройству молниезащиты зданий, сооружений и промышленных коммуникаций*

[18] *РД 34.21.122—87* *Инструкция по устройству молниезащиты зданий и сооружений*

[19] *IEC/TS 62257-8-1:2018* *Гибридные электростанции на основе возобновляемых источников энергии, предназначенные для сельской электрификации. Рекомендации. Часть 8-1. Выбор батарей и систем управления батареями для автономных систем электрификации. Специальный случай автомобильных затопленных свинцово-кислотных батарей, используемых в развитых странах (Recommendations for renewable energy and hybrid systems for rural electrification — Part 8-1: Selection of batteries and battery management systems for stand-alone electrification systems — Specific case of automotive flooded lead-acid batteries available in developing countries)*

[20] *IEC/TS 62257-12-1:2020* *Гибридные электростанции на основе возобновляемых источников энергии, предназначенные для сельской электрификации. Рекомендации. Часть 12-1. Лабораторная оценка ламп и осветительных приборов для автономных систем электроснабжения [Recommendations for small renewable energy and hybrid systems for rural electrification — Part 12-1: Selection of self-ballasted lamps (CFL) for rural electrification systems and recommendations for household lighting equipment]*

[21] *Федеральный закон от 26 июня 2008 г. N 102-ФЗ «Об Обеспечении единства измерений»*

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

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

УДК 697.329:006.354 ОКС 27.160

Ключевые слова: фотоэлектрические системы, индивидуальные автономные фотоэлектрические системы, сельские потребители, гибридные системы для сельской электрификации

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

Сдано в набор 03.10.2023. Подписано в печать 17.10.2023. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 4,65. Уч.-изд. л. 3,72.

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