ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ

ПНСТ 44— 2015 (ИСО 9059:1990)

Возобновляемая энергетика

ЭНЕРГИЯ СОЛНЕЧНАЯ

Калибрование полевых пиргелиометров путем сравнения с эталонным пиргелиометром

ISO 9059:1990
Solar energy — Calibration of field pyrheliometers by comparison to a reference pyrheliometer
(MOD)

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2015

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 ПОДГОТОВЛЕН Федеральным государственным унитарным предприятием «Всероссийский научно-исследовательский институт стандартизации и сертификации в машиностроении» (ВНИИНМАШ) и Открытым акционерным обществом «Научно-исследовательский институт энергетических сооружений» (ОАО «НИИЭС») на основе собственного аутентичного перевода на русский язык англоязычной версии международного стандарта, указанного в пункте 4

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом ТК 330 «Процессы, оборудование и энергетические системы на основе возобновляемых источников энергии»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 23 июня 2015 г. № 19-пнст

4 Настоящий стандарт является модифицированным по отношению к международному стандарту ИСО 9059:1990 «Энергия солнечная. Калибрование полевых пиргелиометров путем сравнения с эталонным пиргелиометром» (ISO 9059:1990 «Solar energy — Calibration of field pyrheliometers by comparison to a reference pyrheliometer») путем изменения отдельных слов, ссылок, которые выделены в тексте курсивом.

Внесение указанных технических отклонений направлено на учет особенностей объекта и аспекта стандартизации, характерных для Российской Федерации

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Правила применения настоящего стандарта и проведения его мониторинга установлены в ГОСТ Р 1.16—2011 (разделы 5 и 6).

Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии собирает сведения о практическом применении настоящего стандарта. Данные сведения, а также замечания и предложения по содержанию стандарта можно направить не позднее, чем за девять месяцев до истечения срока его действия, разработчику настоящего стандарта по адресу: 123007, г. Москва, ул. Шеногина, д. 4 и в Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии по адресу: Ленинский проспект, д. 9, Москва В-49, ГСП-1, 119991.

В случае отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ежемесячно издаваемом информационном указателе «Национальные стандарты» и журнале «Вестник технического регулирования». Уведомление будет размещено также на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет

© Стандартинформ, 2015

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 . . . 1
4 Схема соподчинения эталонов и образцовых мер для переноса калибровки пиргелиометров . . . 2
5 Требования к калибровке . . . 3
5.1 Источник излучения . . . 3
5.2 Метеорологические переменные . . . 3
5.3 Измерительное оборудование . . . 3
6 Процедура калибровки . . . 4
6.1 Подготовка оборудования . . . 4
6.2 Получение данных . . . 5
6.3 Математическая обработка данных . . . 5
7 Погрешность . . . 6
8 Документация . . . 6
8.1 Сертификат калибровки . . . 6
8.2 Хранение данных . . . 6
Приложение А (справочное) Расчетное процентное содержание околосолнечного излучения в прямом солнечном излучении . . . 7
Библиография . . . 8

Введение

Пиргелиометры применяют для измерения прямого солнечного излучения. Собранные данные используют:

- для определения эффективности коллекторов с концентраторами;
- определения источника прямого луча для устройств с концентрированием солнечной энергии, а также для определения их размещения, размеров, количества и т. д.;
- точного определения полусферической солнечной радиации, как сумму измеренных прямой и рассеянной солнечных радиаций.

Схема соподчинения эталонов и образцовых мер для пиргелиометров, приведенная в настоящем стандарте, соответствует схеме, разработанной Мировой Метеорологической Организацией (ММО), а классификация и используемая спецификация указаны в [*1*]. При разработке настоящего стандарта были использованы требования [*2*].

ПНСТ 44—2015
(ИСО 9059:1990)

П Р Е Д В А Р И Т Е Л Ь Н Ы Й Н А Ц И О Н А Л Ь Н Ы Й С Т А Н Д А Р Т

Возобновляемая энергетика

ЭНЕРГИЯ СОЛНЕЧНАЯ

Калибрование полевых пиргелиометров путем сравнения с эталонным пиргелиометром

Renewable power engineering. Solar energy. Calibration of field pyrheliometers by comparison to a reference pyrheliometer

Срок действия — с 2016—07—01
по 2019—07—01

1 Область применения

Настоящий стандарт описывает калибрование полевых пиргелиометров путем их сравнения с эталонным пиргелиометром, а также устанавливает методики калибровки и схему соподчинения эталонов и образцовых мер для переноса калибровки.

Настоящий стандарт главным образом предназначен для организаций, выполняющих услуги по калибровке, и для испытательных лабораторий, чтобы достигнуть единого качества в точности калибровочных показателей.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использована нормативная ссылка на следующий стандарт:

ГОСТ Р 51594—2000 Нетрадиционная энергетика. Солнечная энергетика. Термины и определения (ISO 9488:1999, NEQ)

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 51594*, а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **пиргелиометр** (pyrheliometers): Радиометр, предназначенный для измерения излучения, которое является результатом потока солнечной радиации под четким телесным углом, ось которого перпендикуляра плоскости принимающей поверхности.

Примечание — Пиргелиометры применяют для измерения прямого солнечного излучения, падающего перпендикулярно плоскости принимающей поверхности. Обычно угол наклона пиргелиометров лежит в диапазоне

Издание официальное

от 5° до 10°. В отличие от приборов без защитной стеклянной оболочки спектральная чувствительность полевых пиргелиометров ограничена в диапазоне примерно от 0,3 до 3 мкм, в зависимости от спектрального коэффициента пропускания стекла, которое защищает приемную поверхность. Тем не менее приборы без защитной стеклянной оболочки работают с потерями энергии менее чем 1 % (см. также [*1*]).

3.2 **полевой пиргелиометр** (field pyrheliometers): Пиргелиометр, который предназначен для длительных полевых измерений прямой солнечной радиации.

Примечание — Полевые пиргелиометры имеют защиту от непогоды (климатозащищенные). Приемник защищен от ветра, грязи, дождя, снега и насекомых стеклянной (кварцевой) оболочкой или системой, обеспечивающей сильную вентиляцию воздухом.

3.3 **эталонный пиргелиометр** (reference pyrheliometer): Пиргелиометр любой категории, служащий эталоном при процедурах калибровки.

Примечания

1 Эталонные пиргелиометры являются протестированными приборами (см. [*1*]), которые имеют низкий процент ежегодного изменения в чувствительности. Их контролируют на повседневной основе сравнением с другими эталонными пиргелиометрами.

2 Обычно эталонные пиргелиометры эксплуатируют без стеклянной оболочки. Чтобы достигнуть вышеупомянутой устойчивости, использование эталонных пиргелиометров должно быть ограничено от сравнительной и калибровочной деятельностей. Устройство должно находиться в лаборатории под действием умеренных условий окружающей среды.

3.4 **пиргелиометр первичного стандарта** (primary standard pyrheliometers): Пиргелиометры, выбранные из группы абсолютных пиргелиометров (также называемых абсолютными радиометрами), отвечающие требованиям [*1*].

3.5 **пиргелиометр вторичного стандарта** (secondary standard pyrheliometers): Пиргелиометры высокой точности и устойчивости, калибровочные коэффициенты которых выведены из пиргелиометров первичного стандарта. Данная группа устройств включает в себя абсолютные пиргелиометры, которые не полностью выполняют требования пиргелиометров первичного стандарта, также как компенсационные пиргелиометры коррекции и некоторые другие точные, но устаревшие приборы, такие как пиргелиометр с серебряным диском (см. [*1*]).

3.6 **пиргелиометры первого и второго класса** (first and second class pyrheliometers): Пиргелиометры более низкой устойчивости и точности, чем пиргелиометры вторичного стандарта. Обычно группа полевых пиргелиометров принадлежит этой категории (см. [*1*]).

Примечание — Такие приборы иногда используют как «рабочий стандарт», т. к. они простые в эксплуатации и менее зависят от погодных условий, чем приборы выше классом. Такие «рабочие стандарты» должны сравниваться с пиргелиометрами высокой категории как можно чаще.

4 Схема соподчинения эталонов и образцовых мер для переноса калибровки пиргелиометров

Для переноса калибровки пиргелиометров необходимо использовать следующую схему соподчинения эталонов и образцовых мер.

Все пиргелиометры должны соответствовать мировому радиометрическому эталону (МРЭ) (см. [*1*]).

Пиргелиометры первичного эталона должны быть отнесены к МРЭ в сравнении с выбранными группами сохраненных скважиной первичных эталонов (см. [*1*]).

Пиргелиометры первичного стандарта должны быть использованы как эталон для калибровки пиргелиометров вторичного стандарта и могут быть использованы как эталон для пиргелиометров первого и второго классов.

Эталон для калибровки любого пиргелиометра в категориях первого и второго классов должен быть пиргелиометром в той же самой или более высокой категории.

Если эталонный пиргелиометр и калибруемый пиргелиометр будут в одной категории, то они должны быть одного изготовителя и одинаковой модели, и эталонный пиргелиометр должен быть откалиброван, используя эталонный пиргелиометр более высокой категории.

Примечание — Рекомендуется использовать более чем один контрольно-измерительный прибор в случае, когда эталон имеет ту же самую категорию, что и калибруемый пиргелиометр.

5 Требования к калибровке

Калибровку полевых пиргелиометров путем сравнения с эталонным пиргелиометром осуществляют размещением двух приборов в одинаковом поле излучения и сравнением их соответствующих измерительных сигналов. Калибровка должна отвечать требованиям относительно:

- выбора источника излучения;
- пределов метеорологических переменных, принятых в течение процедуры калибровки;
- выбора измерительного оборудования.

5.1 Источник излучения

Пиргелиометры должны быть подвержены воздействию излучения, включающего прямое солнечное и частично околосолнечное излучения. Излучение должно составлять не менее 300 Вт/м^2, но значения излучения, превышающие 700 Вт/м^2, более предпочтительны. Условия калибровки в единицах околосолнечного излучения должны быть, по возможности, близки к условиям, в которых используют полевой пиргелиометр.

5.2 Метеорологические переменные

5.2.1 Скорость ветра

Скорость ветра в течение калибровки должна быть небольшой, в частности, когда ветер дует в направлении азимута солнца ±30°.

Примечание — Из-за эффекта охлаждения от ветра пиргелиометры с открытыми трубками могут выдавать большую погрешность при измерении меньших значений. Величина этого эффекта зависит от типа пиргелиометра и особенно от конструкции диафрагмы в трубке. Эффект влияния ветра может быть снижен путем установки защитных экранов.

5.2.2 Температура окружающего воздуха

Для того, чтобы определить зависимость калибровочных коэффициентов от температуры, если они не определены из лабораторных испытаний, калибровка должна быть проведена в диапазоне температур, который охватывает бóльшую часть значений температур, которые типичны при использовании полевых пиргелиометров.

5.2.3 Состояние неба

В течение калибровки облака должны находиться на угловом расстоянии более 15° от солнца. Обычно хорошие условия для калибровки существуют при облачности менее 12,5 %.

Примечания

1 Конденсационными следами самолетов, которые находятся в 15° от солнца, можно пренебречь, если число мгновенных измерений с нарушениями мало по сравнению с числом нормальных измерений в серии (см. 6.3.2).

2 Водяной пар в атмосфере в преконденсационной фазе иногда вызывает различную прозрачность атмосферы. Как правило разброс измеренных данных, вызванный данным явлением, является приемлемым.

Степень прозрачности атмосферы в течение калибровки должна быть близкой к значениям при типовых полевых измерениях. Обычно, степень прозрачности атмосферы должна быть ограничена условиями с коэффициентом прозрачности по Линке менее 6 (см. [*1*]).

Примечание — Степень прозрачности атмосферы вызвана рассеиванием и поглощением прямой солнечной радиации частичками аэрозолей и газов, включая водяной пар.

Околосолнечное излучение (ореол) происходит от первоначального рассеивания прямой солнечной радиации. Оно уменьшается от края солнца до углового расстояния около 15° в несколько порядков, в зависимости от типа и концентрации аэрозолей. Обычно, величина околосолнечного излучения в угловом расстоянии около 5° от солнца представляет собой только около нескольких процентов прямой солнечной радиации. Если стандартный и полевой пиргелиометры имеют различные углы поля зрения, то аэрозоли могут значительно повлиять на точность калибровки. Подсчитанный процент величины околосолнечного излучения в составе прямой солнечной радиации для различных типов аэрозолей и углов высоты солнца приведены в таблице А.1.

5.3 Измерительное оборудование

5.3.1 Эталонный пиргелиометр

Эталонный пиргелиометр должен быть выбран в соответствии со схемой соподчинения эталонов и образцовых мер для переноса калибровки, приведенной в разделе 4. Более того, он должен иметь угол обзора и угол наклона (см. [*1*]) аналогичный полевому пиргелиометру.

5.3.2 Система слежения за солнцем

Могут быть использованы системы слежения за солнцем с отдельным перемещением по вертикали и по азимуту (альтазимутальное расположение), так же как системы слежения с установленным пиргелиометром параллельно солнечной экваториальной плоскости (экваториальное или параллактическое расположение).

Пиргелиометры с несимметрично вращающимся датчиком должны следить за солнцем без вращения приемника вокруг оси цилиндра. Поэтому в данном случае следует использовать только системы слежения за солнцем с альтазимутальным расположением. Допустимая угловая ошибка системы слежения за солнцем должна быть менее чем угол наклона пиргелиометра (0,25°).

5.3.3 Сбор данных

Должны быть использованы цифровые вольтметры с возможным разрешением в 0,05 % максимального значения для считывания сигнала пиргелиометра. Они должны иметь точность выше ± 0,1 % (стабильной в течение 1 года, включая погрешность на изменение температуры).

Примечание — Точность цифрового вольтметра при его использовании вне помещения зависит от температуры окружающей среды. Рекомендуется для прибора использовать защиту от прямых солнечных лучей. При использовании цифрового вольтметра внутри помещения требуется использовать кабель с низким уровнем помех, в соответствии с его длиной.

Система регистрации данных должна иметь не менее четырех каналов, включая *канал измерения температуры*. Считывание сигналов пиргелиометра должно быть синхронизировано в течение 1 с, а число мгновенных измерений должна быть от 1 раза в 30 с до 1 раза в 120 с. Если регистратор данных способен передавать интегрируемые сигналы пиргелиометра, то время интегрирования должно быть не более 20 мин.

6 Процедура калибровки

Процедура калибровки включает в себя подготовку оборудования, получение данных и математическую обработку данных.

6.1 Подготовка оборудования

6.1.1 Установка

Необходимо установить и выровнять эталонный и полевой пиргелиометры или на одну, или раздельно на две системы слежения за солнцем по меньшей мере за 30 мин до начала измерений (30-минутный интервал позволяет уравновесить температуру прибора с температурой окружающей среды). Убедиться, что расстояние между двумя отдельными приборами менее чем 20 м.

Примечания

1 Могут быть использованы системы слежения за солнцем с ручным управлением.

2 Большое расстояние между приборами может повлиять на результат измерения вследствие неоднородности прямого излучения из-за структурированных мутных элементов в атмосфере.

Необходимо подключить и включить систему сбора данных, чтобы она успела прогреться, за 30 мин до начала измерений. Далее необходимо следовать всем процедурам установки и эксплуатации, указанным в прилагаемых инструкциях по установке.

При необходимости устанавливают ветрозащитный экран вокруг или перед пиргелиометрами, которые имеют открытые окклюдатор или цилиндрическую диафрагму, для того чтобы предотвратить влияние большой скорости ветра на измерения.

6.1.2 Монтаж и испытания

Необходимо установить пиргелиометр на системе(ах) слежения за солнцем и выровнять приборы к солнцу, прежде чем начать измерения. Можно использовать диоптрии или механизмы наблюдения, сделанные для заданных целей.

Далее требуется провести проверку нулевой точки, полярности, номинальной длины сигналов и опорных напряжений в соответствии с инструкцией.

6.1.3 Отчистка

При необходимости требуется отчистка поверхности закрытых пиргелиометров пред началом измерений.

6.2 Получение данных

Рекомендуется разделить период измерения минимум на 10 (предпочтительно на 20) последовательностей измерений (ряд измерений, серия измерений) длительностью от 10 до 20 мин. Для каждого ряда измерений необходимо указывать угол возвышения солнца, среднюю температуру и среднее значение степени прозрачности атмосферы.

Необходимо провести запись минимум 10 мгновенных считываний измерений или по крайней мере одного интегрального значения в течение каждой серии измерений.

Примечания

1 Для определения зависимости коэффициентов калибровки от значений параметров, таких как температура, степень прозрачности, высота солнца и т. д., необходимо провести большее число измерений, чем указано.

2 Без работы эталонного пиргелиометра, зачастую, было бы невозможно сравнить значения, которые были получены за периоды, равные нескольким секундам. Поэтому минимальное число процессов считывания полученных данных должно быть 10.

Следует измерять нулевые точки и опорные значения непосредственно перед и после каждой серии измерений.

Необходимо определять стандартное отклонение измеренных значений от эталонного и полевого приборов для каждой серии измерений и между средними значениями для каждой серии для того, чтобы определить надежность записанных данных (см. 6.3.3).

Рекомендуется записывать все эксплуатационные проблемы, а так же особенные природные условия в журнал регистрации событий.

6.3 Математическая обработка данных

6.3.1 Определение коэффициента калибровки

6.3.1.1 Коэффициент калибровки для каждого считанного i в течение серии измерения j вычисляют по формуле

$$F(i, j) = \frac{E_{SP}(i, j)}{V_{FP}(i, j)}, \tag{1}$$

где $E_{SP}(i, j)$ — значения прямой солнечной радиации, полученные эталонным пиргелиометром;

$V_{FP}(i, j)$ — сигналы полевого пиргелиометра (нулевое значение вычитают как указано в инструкции по эксплуатации прибора).

6.3.1.2 Предварительный калибровочный коэффициент $F(j)$ полевого пиргелиометра из n считываний серии измерений j вычисляют по формуле

$$F(j) = \frac{\sum_{i=1}^{n} E_{SP}(i, j)}{\sum_{i=1}^{n} V_{FP}(i, j)}. \tag{2}$$

6.3.1.3 Итоговый калибровочный коэффициент F полевого пиргелиометра из суммарного числа m серий измерений вычисляют по формуле

$$F = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^{m} F(j). \tag{3}$$

6.3.2 Обработка данных

Если в журнале регистрации событий отмечают, что данные получены при неправильной эксплуатации, то соответствующие данные удаляют из всех пиргелиометров.

Также удаляют те данные, для которых $F(i, j)$ (см. формулу (1)) отклоняется более чем на ±2 % от $F(j)$ (см. формулу (2)).

Примечание — Отклонение в 2 % указывает на неверное значение.

Далее рассчитывают значение $F(j)$, используя «отфильтрованные» данные, и итоговый калибровочный коэффициент (используя формулу (3)).

6.3.3 Статистический анализ

Определяют стандартное отклонение значений $F(i, j)$ от $F(j)$, в качестве измерения стабильности калибровочных условий. Определяют стандартное отклонение значений $F(j)$ от значений F. Это отражает стабильность прибора и условий в течение всего периода калибровки.

7 Погрешность

Если эталонный пиргелиометр не является пиргелиометром первичного стандарта, то на погрешность в вычисленном коэффициенте калибровки полевого пиргелиометра дополнительно влияет погрешность калибровочного коэффициента эталонного пиргелиометра (так называемая передаточная погрешность).

Погрешность пиргелиометров первичного стандарта приблизительно составляет ±0,3 %. Передаточная погрешность зависит от метеорологических условий и характеристик пиргелиометра и распределения околосолнечного излучения и угла обзора пиргелиометра. Погрешность уменьшается, когда все пиргелиометры в цепочке калибровки имеют один и тот же угол обзора (и наклона) или когда околосолнечное излучение низкое и направлено строго прямо.

Средняя погрешность в процедуре калибровки пиргелиометров вторичного стандарта составляет приблизительно ±0,3 %.

Погрешность в вычисленном коэффициенте калибровки полевого пиргелиометра зависит от типа оборудования и условий в течение калибровки.

8 Документация

8.1 Сертификат калибровки

Сертификат калибровки должен содержать, как минимум, следующую информацию:

- метод калибровки (эталон);
- изготовитель, тип, модель и серийный номер полевого пиргелиометра;
- изготовитель, тип, модель и серийный номер эталонного пиргелиометра.

Примечание — Должно быть приведено кратное изложение о получении калибровочного коэффициента эталонного пиргелиометра от первичного эталонного пиргелиометра (МРЭ);

- условия калибровки: диапазон средних температур воздуха, углов возвышения солнца, степени прозрачности атмосферы (например, коэффициент прозрачности Линке), диапазон и среднеарифметическое скорости ветра, диапазон излучений;
- число рассчитанных единичных измерений и дней измерений;
- результаты калибровки, полученные в соответствии с 6.3.1.3, которые должны быть представлены в виде калибровочного коэффициента, выраженного в соответствующих единицах, например Вт/(м^2 · мВ). Для некоторых типов пиргелиометров физические единицы могут отличаться от заявленных. Среднеарифметическое значение может быть приведено как функция метеорологических переменных (используемый масштаб должен соответствовать МРЭ).

8.2 Хранение данных

Необработанные данные, полученные во время калибровки, должны храниться в течение 5 лет (не менее), или до следующей успешной калибровки, но предпочтительно в течение всего срока службы средства измерений.

Приложение А
(справочное)

Расчетное процентное содержание околосолнечного излучения в прямом солнечном излучении

В таблице А.1 приведены данные о возможном влиянии аэрозолей на относительное воздействие околосолнечного излучения $E_{s,rel}(\alpha)$ на прямое солнечное излучение, измеренное с помощью пиргелиометров с различным углом обзора α (см. *[1]*).

Рассматривают четыре типа аэрозолей [городская, континентальная (фоновая), морская и пустыня], и три значения (0,05; 0,2 и 0,4) спектральной оптической толщины δ_p (λ = 550 нм), которые измеряют низким, средним и высоким суммарным количеством частичек аэрозоли соответственно. Соответствующие коэффициенты прозрачности Линке T (λ = 550 нм) приблизительно равны 1,8; 3,4 и 5,4. Процентное содержание околосолнечного излучения приведено для угла солнца над горизонтом γ = 60° и γ = 20°.

Т а б л и ц а А.1 — Процентное содержание околосолнечного излучения для разных атмосферных условий

Аэрозоль			γ	E_s (α = 32°), Вт/м^2	$E_{s,rel}(\alpha)$, %		
Тип	δ_p (λ = 550 нм)	T (λ = 550 нм)			α = 5°	α = 10°	α = 20°
Городской	0,05	1,8	60°	985	0,1	0,2	0,5
	0,2	3,4		872	0,3	0,7	1,7
	0,4	5,4		746	0,5	1,3	3,1
	0,05	1,8	20°	736	0,1	0,5	1,2
	0,2	3,4		555	0,5	2,6	3,9
	0,4	5,4		389	1,2	2,9	6,9
Континентальный	0,05	1,8	60°	979	0,4	0,6	1,0
	0,2	3,4		851	0,8	2,1	3,7
	0,4	5,4		707	1,8	4,1	7,3
	0,05	1,8	20°	725	0,7	1,4	2,6
	0,2	3,4		514	2,4	5,1	9,3
	0,4	5,4		328	4,1	9,8	17,6
Морской	0,05	1,8	60°	972	0,7	1,2	1,8
	0,2	3,4		826	2,8	4,6	6,8
	0,4	5,4		668	5,2	9,1	13,4
	0,05	1,8	20°	711	1,6	2,9	4,5
	0,2	3,4		473	6,6	11,5	17,1
	0,4	5,4		275	12,9	22,7	33,6
Пустыня	0,05	1,8	60°	979	—	0,4	0,9
	0,2	3,4		852	—	1,4	3,1
	0,4	5,4		708	—	2,7	6,1
	0,05	1,8	20°	724	—	0,9	2,2
	0,2	3,4		511	—	3,4	7,7
	0,4	5,4		325	—	6,5	14,5

Библиография

[1] *ИСО 9060:1990* *Энергия солнечная. Технические требования и классификация приборов для измерения полусферической и прямой солнечной радиации*

(ISO 9060:1990) *(Solar energy. Specification and classification of instruments for measuring hemispherical solar and direct solar radiation)*

[2] *ASTM 816—81* *Метод для калибровки вторичных эталонных пиргелиометров и полевых пиргелиометров*

(Method for calibration of secondary reference pyrheliometers and pyrheliometers for field use)

УДК 535.08:006.354 ОКС 27.160

Ключевые слова: пиргелиометр, эталонный пиргелиометр, калибровка, измерение солнечного излучения

Редактор *А.П. Корпусова*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *М.С. Кабашова*
Компьютерная верстка *Л.А. Круговой*

Сдано в набор 14.08.2015. Подписано в печать 11.09.2015. Формат 60 × 84 1/8. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 1,40. Уч.-изд. л. 1,10. Тираж 33 экз. Зак. 2953.

Издано и отпечатано во ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ», 123995 Москва, Гранатный пер., 4.

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

gost.e-ecolog.ru