ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 57260— 2016 (ИСО 15469:2004)

КЛИМАТОЛОГИЯ СТРОИТЕЛЬНАЯ

Параметры для расчета естественного освещения с учетом распределения яркости по небосводу

(ISO 15469:2004/CIE S 011/E:2003, Spatial distribution of daylight — CIE standard general sky, MOD)

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2019

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 ПОДГОТОВЛЕН Федеральным государственным бюджетным учреждением «Научно-исследовательский институт строительной физики Российской академии архитектуры и строительных наук» («НИИСФ РААСН»), Обществом с ограниченной ответственностью «ЦЕРЕРА-ЭКСПЕРТ» (ООО «ЦЕРЕРА-ЭКСПЕРТ») при участии Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования Московского государственного строительного университета (ФГБОУ ВПО МГСУ) на основе собственного перевода на русский язык англоязычной версии стандарта, указанного в пункте 4

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 465 «Строительство»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 11 ноября 2016 г. № 1676-ст

4 Настоящий стандарт является модифицированным по отношению к международному стандарту ISO 15469:2004/CIE S 011/E:2003 «Пространственное распределение естественного света — Стандартное общее небо МКО» (ISO 15469:2004/CIE S 011/E:2003 «Spatial distribution of daylight — CIE standard general sky», MOD) путем внесения изменений отдельных слов, значений показателей, ссылок, которые выделены в тексте курсивом.

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

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

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

6 ПЕРЕИЗДАНИЕ. Ноябрь 2019 г.

*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

© ISO, 2004 — Все права сохраняются
© Стандартинформ, оформление, 2016, 2019

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 2
4 Условные обозначения 2
5 Относительное распределение яркости по небосводу 3
6 Стандартные параметры яркости неба 4
Библиография 8

Введение

Настоящий стандарт по отношению к международному стандарту ISO 15469:2004/CIE S 011/E:2003 увязан с национальной системой стандартизации в строительстве.

В стандарте даны определения параметров, используемых при проектировании естественного освещения помещений.

Распределение яркости неба зависит от погоды и климата, и оно изменяется в течение дня в зависимости от положения солнца. В настоящем стандарте содержатся стандартные распределения яркости по небосводу, принятые Международной комиссией по освещению (МКО), которые моделируют небо при широком диапазоне метеорологических условий: от облачного до ясного неба.

Стандарт устанавливает относительное распределение яркости неба в любой точке по отношению к яркости в зените. Он включает в себя «пасмурное небо МКО», «ясное небо МКО», которые рассматриваются здесь как отдельные случаи «неба МКО общего типа».

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

КЛИМАТОЛОГИЯ СТРОИТЕЛЬНАЯ

Параметры для расчета естественного освещения с учетом распределения яркости по небосводу

Construction climatology. Parameters for daylighting calculations according to the distribution of brightness of the sky

Дата введения — 2017—05—01

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает стандартные распределения яркости по небу и предназначен для использования при расчетах естественного освещения и энергоэффективности зданий и сооружений при решении теоретических и практических задач на выполнение требований СП 52.13330 по коэффициенту естественной освещенности, а также определению времени использования естественного освещения при определении показателей энергетической эффективности искусственного освещения по ГОСТ 32498.

Методика расчета коэффициента естественной освещенности и времени использования естественного освещения в помещении приведена в [1].

Описанные варианты распределения яркости неба имеют следующие особенности:

a) они симметричны по отношению к солнечному меридиану и являются функциями углового расстояния Z_s между положением солнца и зенитом;

b) они определяются плавными непрерывными функциями, данные свойства характерны для ясного неба и для неба с равномерной облачностью. Промежуточные распределения яркости обеспечивают приближенное выражение яркости неба переменной облачности и являются достаточно точными для целей расчета естественного освещения;

c) относительная яркость в любой точке неба зависит от угла между данным участком неба и солнцем и от угла z между данным участком неба и зенитом и дана в виде произведения двух функций: индикатрисы относительного рассеивания — $f(z)$ и изменения яркости между горизонтом и зенитом — $f_{p(Z)}$.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие документы:

ГОСТ 32498 Здания и сооружения. Методы определения показателей энергетической эффективности искусственного освещения

СП 52.13330 «СНиП 23-05-95* Естественное и искусственное освещение»

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных документов в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодному информационному указателю

Издание официальное

«Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если заменен ссылочный документ, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого документа с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный документ, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого документа с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный документ, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку. При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочного свода правил в Федеральном информационном фонде стандартов.

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **время использования естественного освещения в помещениях** (daylight time usage), ч: Продолжительность использования естественного освещения, которую следует определять промежуточным временем между моментами выключения (утром) и включения (вечером) искусственного освещения, когда естественная освещенность становится равной нормированному значению освещенности от установки искусственного освещения.

3.2 **яркость** (brightness) ***L,*** кд/м^2: Отношение светового потока $d\Phi$, переносимого элементарным пучком лучей, проходящим через заданную точку и распространяющимся в телесном угле $d\Omega$, содержащем заданное направление, к произведению площади проходящего через заданную точку сечения этого пучка dA на косинус угла θ между нормалью к этому сечению и направлением пучка лучей и на телесный угол $d\Omega$:

$$L = d\Phi/(dA \cos\theta\, d\Omega).$$

3.3 **коэффициент естественной освещенности;** КЕО (daylight factor): Отношение естественной освещенности, создаваемой в некоторой точке заданной плоскости внутри помещения светом неба (непосредственным или после отражений), к одновременному значению наружной горизонтальной освещенности, создаваемой светом полностью открытого небосвода.

4 Условные обозначения

В настоящем стандарте применены следующие обозначения:

a, b — параметры изменения яркости;

c, d, e — параметры индикатрисы рассеивания;

$f(\chi)$ — функция индикатрисы рассеяния;

L_a — яркость участка неба, кд/м^2;

L_z — яркость в зените, кд/м^2;

Z — угловое расстояние между участком неба и зенитом, рад;

Z_s — угловое расстояние между солнцем и зенитом, рад;

α — азимут участка неба (по ходу часовой стрелки от севера), рад;

α_s — азимут солнца (по ходу часовой стрелки от севера), рад;

γ — угол возвышения участка неба над горизонтом, рад;

γ_s — угол возвышения солнца над горизонтом, рад;

$\varphi(Z)$ — функция изменения яркости;

χ — наиболее короткое угловое расстояние между участком неба и солнцем, рад.

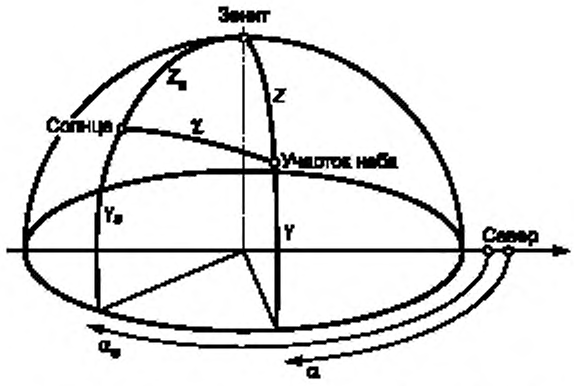


Рисунок 1 — Углы, определяющие положение солнца и участка неба

5 Относительное распределение яркости по небосводу

Положение участка неба определяется зенитным углом неба Z и азимутальной разницей между участком неба и солнцем $|\alpha - \alpha_s|$. Если Z_s — зенитный угол солнца, то угловое расстояние между участком неба и солнцем будет:

$$\chi = \arccos(\cos Z_s \cdot \cos Z + \sin Z_s \cdot \sin Z \cdot \cos|\alpha - \alpha\ \alpha_s|). \quad (1)$$

В другом варианте угол возвышения γ может быть использован вместо зенитного угла неба Z, для определения положения участка неба. Таким образом,

$$Z = \frac{\pi}{2} - \gamma. \quad (2)$$

Аналогичным образом зенитный угол солнца может быть получен из величины высоты солнцестояния:

$$Z_s = \frac{\pi}{2} - \gamma_s. \quad (3)$$

Отношение яркости L_a условного участка неба к яркости в зените L_z имеет вид

$$\frac{L_a}{L_z} = \frac{f(\chi) \cdot \varphi(Z)}{f(Z_s) \cdot \varphi(0)}. \quad (4)$$

Функция изменения яркости φ соотносит свечение участка неба к его зенитному углу:

$$\varphi(Z) = 1 + a \cdot \exp\left(\frac{b}{\cos Z}\right), \text{ где } 0 \le Z < \frac{\pi}{2}; \quad (5)$$

$\varphi\left(\frac{\pi}{2}\right) = 1$, на горизонте.

В таблице 1 приведены параметры a и b для стандартных типов неба.
В формуле (4) использована величина функции изменения яркости в зените

$$\varphi(0) = 1 + a \cdot \exp b. \quad (6)$$

Функция f (индикатриса рассеяния), представляющая отношение относительной яркости неба к его угловому расстоянию от солнца, имеет вид

$$f(\chi) = 1 + c \cdot \left[\exp\left(d_{\chi}\right) - \exp\left(d\frac{\pi}{2}\right) \right] + e \cdot \cos^2 \chi. \quad (7)$$

Ее величина в зените будет

$$f(Z_s) = 1 + c \cdot \left[\exp\left(dZ_s\right) - \exp\left(d\frac{\pi}{2}\right) \right] + e \cdot \cos^2 Z_s. \quad (8)$$

6 Стандартные параметры яркости неба

Для классификации и описания яркости неба параметры *a*—*e в формулах* (5)—(8) принимают по таблице 1. Здесь перечислены 15 типовых видов относительного распределения яркости небосвода, которые основаны на шести группах значений a и b для функции изменения яркости и шести группах величин c, d и e для функции индикатрисы рассеяния. Полученные в результате вычислений графики показаны на рисунках 2 и 3.

Таблица 1 – Стандартные параметры яркости неба

Тип неба	Группа градации	Группа индикатрисы	a	b	c	d	e	Описание распределения света
1	I	1	4,0	–0,70	0	–1,0	0	Стандартное небо МКО «Пасмурное небо МКО», градация увеличения яркости света по направлению к зениту, азимутальная равномерность
2	I	2	4,0	–0,70	2	–1,5	0,15	Облачность с увеличением яркости и легким просветлением по направлению к солнцу
3	II	1	1,1	–0,8	0	–1,0	0	Облачность со средним изменением и азимутальной равномерностью
4	II	2	1,1	–0,8	2	–1,5	0,15	Облачность со средним изменением и легким просветлением по направлению к солнцу
5	III	1	0	–1,0	0	–1,0	0	Равномерная яркость неба
6	III	2	0	–1,0	2	–1,5	0,15	Переменная облачность, при отсутствии изменения яркости к зениту и легким просветлением по направлению к солнцу
7	III	3	0	–1,0	5	–2,5	0,30	Переменная облачность при отсутствии изменения яркости к зениту, просветление к области рядом с солнцем
8	III	4	0	–1,0	10	–3,0	0,45	Переменная облачность при отсутствии изменения яркости к зениту и четким венцом вокруг солнца

Окончание таблицы 1

Тип неба	Группа градации	Группа индикатрисы	*a*	*b*	*c*	*d*	*e*	Описание распределения света
9	IV	2	–1,0	–0,55	2	–1,5	0,15	Переменная облачность с закрытым солнцем
10	IV	3	–1,0	–0,55	5	–2,5	0,30	Переменная облачность с просветлением вблизи солнца
11	IV	4	–1,0	–0,55	10	–3,0	0,45	Бело-голубое небо с четким венцом вокруг солнца
12	V	4	–1,0	–0,32	10	–3,0	0,45	Стандарт МКО «Ясное небо», при слабой непрозрачности атмосферы
13	V	5	–1,0	–0,32	16	–3,0	0,30	Стандарт МКО «Ясное небо» при загрязненной атмосфере
14	VI	5	–1,0	–0,15	16	–3,0	0,30	Безоблачное туманное небо с широким венцом вокруг солнца
15	VI	6	–1,0	–0,15	24	–2,8	0,15	Бело-голубое туманное небо с широким венцом вокруг солнца

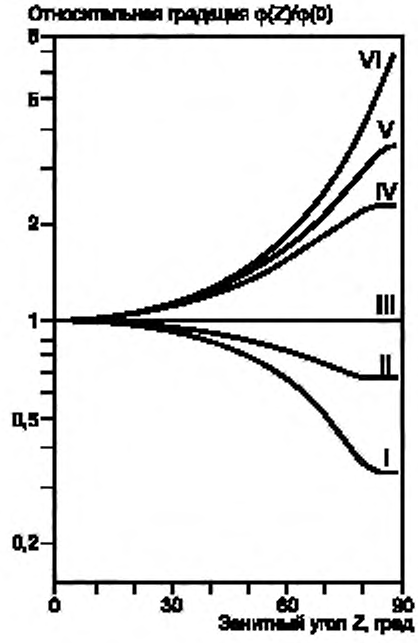


Рисунок 2 — Группы функций типового изменения яркости при изменении защитного угла

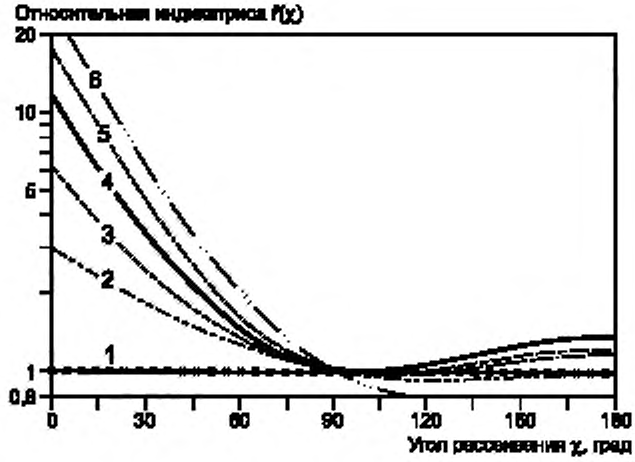


Рисунок 3 — Группы функций типовой индикатрисы яркости неба

Относительную яркость первого типа стандартного пасмурного неба МКО вычисляют по формуле

$$\frac{L_a}{L_Z} = \frac{1 + 4\exp\left(\frac{-0,7}{\cos Z}\right)}{1 + 4\exp(-0,7)}. \qquad (9)$$

Значения относительной яркости небосвода, рассчитанные по формуле (9), представлены в таблице 2.

Таблица 2 — Значения относительной яркости пасмурного неба МКО

Угол возвышения середины участка небосвода над горизонтом, град	*Значения относительной яркости небосвода*
2	*0,335*
6	*0,337*
10	*0,359*
14	*0,409*
18	*0,474*
22	*0,541*
26	*0,606*
30	*0,665*
34	*0,718*
38	*0,765*
42	*0,805*
46	*0,841*
50	*0,872*
54	*0,899*
58	*0,922*
62	*0,941*
66	*0,957*
70	*0,971*
74	*0,982*
78	*0,990*
82	*0,996*
86	*0,999*
90	*1,000*

В расчетах естественного освещения принимают не относительную яркость небосвода, а коэффициент неравномерной яркости, который равен отношению яркости участка небосвода к средней яркости небосвода:

$$q(\gamma) = L(\gamma)/L_{ср}. \qquad (10)$$

Численные значения коэффициента неравномерной яркости q(γ) приведены в таблице 3.

Таблица 3 — Значения коэффициентов относительной яркости пасмурного неба МКО q(γ)

Угловая высота среднего луча участка небосвода, видимого из расчетной точки через световой проем в разрезе помещения, град	*Значения коэффициентов q(γ)*
2	0,429
6	0,431
10	0,459
14	0,524
18	0,607
22	0,694
26	0,777
30	0,852
34	0,920
38	0,980
42	1,032
46	1,077
50	1,117
54	1,151
58	1,181
62	1,206
66	1,227
70	1,244
74	1,257
78	1,268
82	1,275
86	1,280
90	1,281

Библиография

[1] СП 23-102—2003 Свод правил по проектированию и строительству. «Естественное освещение жилых и общественных зданий»

УДК 721:535.241.46:006.354 ОКС 91.040

Ключевые слова: яркость, небо международной комиссии по освещению, солнце, зенит, коэффициент естественной освещенности

Редактор *Н.Е. Рагузина*
Технический редактор *И.Е. Черепкова*
Корректор *Е.Д. Дульнева*
Компьютерная верстка *А.Н. Золотаревой*

Сдано в набор 01.11.2019. Подписано в печать 19.11.2019. Формат 60 × 84 1/8. Гарнитура Ариал
Усл. печ. л. 1,40 Уч.-изд. л. 1,21.
Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Создано в единичном исполнении во ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ»
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