

Яркостные параметры стандартного неба МКО в расчётах естественного освещения помещений и их применение в различных светоклиматических условиях России

В.А. ЗЕМЦОВ¹, А.К. СОЛОВЬЁВ², И.А. ШМАРОВ¹

¹ ФГБУ «Научно-исследовательский институт строительной физики РААСН», Москва

² ФГБОУ ВПО «МГСУ», Москва

E-mail: ins-es@yandex.ru

Аннотация

Приводятся основные положения проекта национального стандарта «Климатология строительная. Параметры для расчёта естественного освещения с учётом распределения яркости по небосводу» и особенности их применения в различных светоклиматических условиях России. Отмечается, что данный стандарт является модифицированным по отношению к соответствующему международному стандарту *ISO*. Рассматриваются 15 типов небосвода, устанавливаемых международным стандартом, и предлагается методика выбора типов небосвода для конкретных условий светового климата России. Анализируются возможности учёта светового климата в расчётах естественного освещения зданий.

Ключевые слова: световой климат, естественное освещение, типы небосвода, облачность, ясное небо, пасмурное небо, равномерное небо, распределение яркости, гомогенный небосвод, индикатриса рассеяния, диффузная освещённость, суммарная освещённость.

Введение

Параметры естественного освещения – важнейший показатель гигиены внутренней среды в помещениях, не случайно регламентируемый санитарными нормами и правилами (СНиП) [1]. При этом расчёты этих параметров учитывают многие факторы, исследованиями которых занимаются специалисты – строители и светотехники. Для них предназначен Свод правил (СП) [2], созданный на основе актуализации СНиП 23–05–2003* и СП 23–102–2003. Этот СП необходимо модифицировать по отношению к международному стандарту *ISO*

15469:2004 (*CIE S011/E:2003*) и соответствующим другим международным нормативным документам.

Современные методы учёта распределения яркости по небосводу в расчётах КЕО

Расчёты естественного освещения сегодня базируются на основном допущении – о пасмурном небе при десятибалльной облачности. Оно было принято МКО на основе закона П. Муна и Д. Спенсер ещё в начале XX в. и пригодно для сравнительных расчётов естественного освещения в зданиях, построенных в различных светоклиматических условиях России. Согласно этому допущению, отношение яркости неба под углом θ к горизонту L_θ к яркости неба в зените L_z соответствует выражению

$$\beta = \frac{L_\theta}{L_z} = \frac{1 + 2 \sin \theta}{3}. \quad (1)$$

Тем самым, яркость по этому допущению меняется только по высоте (по меридиану). По широте же, при одном и том же θ , она остаётся неизменной.

Так как основа расчёта КЕО в помещениях – расчёт геометрического КЕО, зависящего только от телесного угла, проходящего из расчётной точки через светопроём при равномерном небе, яркость пасмурного неба учитывается с помощью коэффициента q , связывающего яркость участка небосвода с его средней яркостью:

$$q = \frac{(1 + 2 \sin \theta) \cdot 3}{7}. \quad (2)$$

На самом деле в различных регионах России 10-балльная облачность бывает не так часто и с разной веро-

ятностью в разное время года. В некоторых районах преобладает ясное небо (Забайкалье, Северный Кавказ, Крым). В северо-западных районах, по общему представлению, преобладает пасмурное небо. Распределение яркости неба зависит от погоды и климата, и оно меняется в течение дня в зависимости от положения солнца. Для России необходим стандарт распределения яркости по небосводу, моделирующий небо в широком диапазоне метеорологических условий: от облачного до ясного неба.

Наиболее полно разные состояния небосвода представлены словацкими учёными С. Дарулой и Р. Киттлером на 15 моделях [3]. Они определили область применения этих типично гомогенных моделей для расчётов естественного освещения в разных случаях: например, при проектировании светопроёмов, в расчётах уровня ослеплённости, годовых профилей естественного света или годового времени использования естественного освещения. Соответствующие стандартные распределения яркости по небу для разных условий облачности должен устанавливать некоторый стандарт.

Указанные 15 моделей: а) симметричны по отношению к солнечному меридиану и являются функциями углового расстояния Z_s между положением солнца и зенитом; б) определяются плавными непрерывными функциями. Данные свойства характерны для ясного неба и для отдельных типов неба с равномерной облачностью и повышенной яркостью вблизи солнечного диска или при 10-балльной облачности. Промежуточные распределения яркости обеспечивают приближённое выражение яркости неба переменной облачности, которое является достаточно точным и, в статистическом плане, единственно возможным для достижения целей расчёта естественного освещения.

На рис. 1 показаны углы, определяющие положение солнца и участка неба, яркость которого должна быть определена.

Отношение яркости участка неба L_α к яркости неба в зените L_z (относительная яркость) β , выражается как

$$\beta = \frac{L_\alpha}{L_z} = \frac{f(\chi) \cdot \varphi(Z)}{f(Z_s) \cdot \varphi(0)}, \quad (3)$$

Рис. 1. Углы, определяющие положение солнца и яркость участка неба

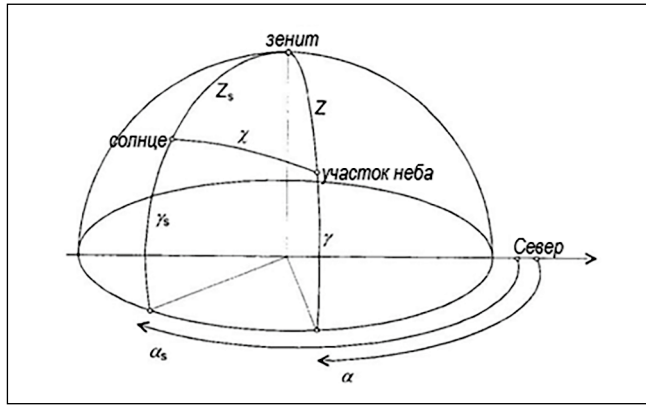
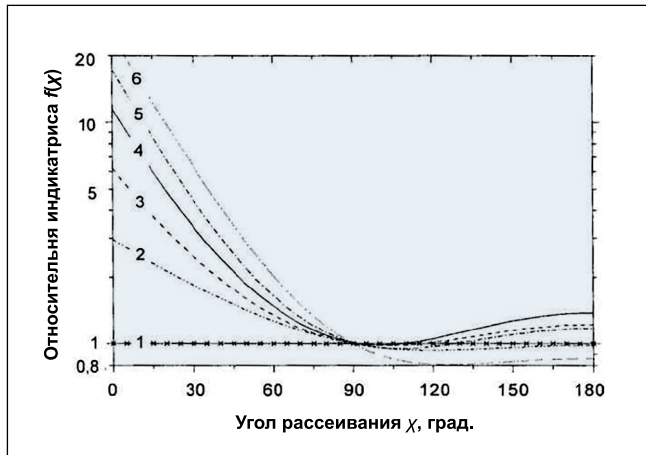


Рис. 3. Группы функций типовой индикатрисы яркости неба при изменении угла рассеивания chi



где $\varphi(Z)$ – функция градации яркости участка неба, соотносящая яркость участка неба к его зенитному углу Z :

$$\varphi(Z) = 1 + a \cdot \exp\left(\frac{b}{\cos Z}\right), \quad (4)$$

где $0 \leq Z < \frac{\pi}{2}$;

$f(\chi)$ – относительная индикатриса рассеивания, представляющая отношение относительной яркости неба в данной точке к её угловому расстоянию от солнца χ :

$$f(\chi) = 1 + c \left[\exp(d\chi) - \exp\left(d\frac{\pi}{2}\right) \right] + e \cdot \cos^2 \chi, \quad (5)$$

$$f(Z_s) = f(\chi) \text{ при } \chi = Z_s;$$

a, b, c, d, e – параметры, выбираемые по табл. 1, где перечислены 15 типовых моделей относительного распределения яркости неба, предложенных словацкими учёными и модифицированных ISO. Они разбиты на 6 групп (6 – по градациям и 6 – по группам индикатрисы рассеивания).

Таким образом, по формулам (3)–(5) и табл. 1 можно находить значения β для любых положений точки на небосводе и любых из 15 моделей небосвода, а для лучшего понимания того, как влияет на яркость неба отношение $\varphi(Z)/\varphi(0)$ в зависимости от Z можно использовать наш расчётный график на рис. 2. Кроме того, для определения индикатрисы $f(\chi)$ может использоваться рис. 3. (Всё это облегчает соответствующие расчёты.)

Выбор расчётного состояния неба и расчётного положения солнца

К сожалению, остаётся неясным вопрос выбора модели и положения солнца для ведения тех или иных расчётов.

Расчёты естественного освещения в основном предназначены для сравнения условий естественного освещения с нормами. Использование 15 стандартных моделей небосвода с этой целью невозможно, если не определять, какая из них применима в том или ином светоклиматическом регионе. Кроме того, необходимо определять стандартную высоту

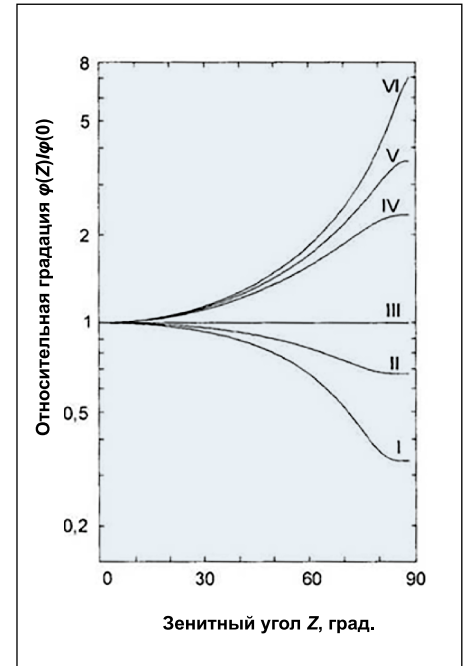


Рис. 2. Группы функций типовой изменения яркости при изменении зенитного (расстояния) Z

и азимут солнца, при которых следует рассчитывать относительную яркость неба. Без определения этого понятие «КЕО» как величины для сравнения теряет смысл.

Сравнительные расчёты КЕО в настоящее время ведутся в приближении пасмурного неба МКО. Расчёты относительной яркости неба β по закону Муна и Спенсер (1) и, для стандартного неба МКО (тип неба 1), по формуле (3), результаты которых приведены на рис. 4, показывают, что у горизонта при $Z = 83-90^\circ$ при типе неба 1 значение $L_\theta/L_z = 0,333$, а по закону Муна и Спенсер – это значение имеет место только при $Z = 90^\circ$. Из рис. 4 также видно, что соответствующее относительное расхождение при $Z = 80^\circ$ достигает 25%. То есть традиционные (по Муну и Спенсер) расчёты КЕО дают завышенные результаты по сравнению с принятыми в Европе. Так, например, в жилой комнате длиной 6 м в точке на полу в 1 м от стены, противоположной окнам, соответствующее завышение коэффициента q составляет около 10%. В центре же помещения при тех же габаритах жилой комнаты и стандартной высоте окна это различие незначительно.

В условиях городской застройки, когда низ горизонта закрыт противостоящим зданием, а через окно в расчётную точку попадают участки не-

Стандартные яркостные параметры 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	Пасмурное небо с высокой облачностью и небольшим увеличением яркости 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 небольшим увеличением яркости 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 лёгком просветлении 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 чётком ореоле вокруг солнца
9	IV	2	-1,0	-0,55	2	-1,5	0,15	Переменная облачность при солнце, закрытом облаками
10	IV	3	-1,0	-0,55	5	-2,5	0,30	Переменная облачность с увеличением яркости вблизи солнца
11	IV	4	-1,0	-0,55	10	-3,0	0,45	Бело-голубое небо с чётким солнечным ореолом
12	V	4	-1,0	-0,32	10	-3,0	0,45	Стандарт МКО «Ясное небо», при высокой прозрачности атмосферы
13	V	5	-1,0	-0,32	16	-3,0	0,30	Стандарт МКО «Ясное небо» при загрязнённой атмосфере
14	VI	5	-1,0	-0,15	16	-3,0	0,30	Безоблачное небо при низкой прозрачности атмосферы с широким ореолом вокруг солнца
15	VI	6	-1,0	-0,15	24	-2,8	0,15	Бело-голубое небо при высокой прозрачности атмосферы с широким ореолом вокруг солнца

босвода с $Z = 15-60^\circ$ расчётные значения q для стандартного неба МКО (тип неба 1) выше, что действует в сторону увеличения расчётного КЕО в исследуемом помещении.

Сравнительные расчёты можно производить тогда, когда яркость неба не зависит от ориентации проёма, т.е. когда имеет место азимутальная равномерность яркости. Это бывает в случаях неба типов 1, 3 и 5 (табл. 1). При этом КЕО не зависит от положения солнца. В районах с преобладанием солнечного климата распределение яркости неба зависит от многих факторов (положение солнца на

небе в момент расчёта, ориентация окна и др.). Стандартом МКО «Ясное небо» при высокой прозрачности атмосферы является небосвод типа 12, а при загрязнённой атмосфере больших городов – типа 13.

Подставив значения a, b, c, d, e для неба типа 12 в формулу (6), вытекающую из формул (3)-(5), получим формулу Р. Киттлера, ранее стандартизованную МКО. Для практических расчётов эта формула может быть пригодна, если задаться значениями χ и Z_s . Причём надо знать и ориентацию светопроёма, и азимут солнца на момент расчёта.

Один из методов расчёта естественного освещения помещений при яс-

$$\frac{L_\alpha}{L_z} = \frac{\left\{ 1 + c \left[\exp(d\chi) - \exp\left(d\frac{\pi}{2}\right) \right] + e \cdot \cos^2 \chi \right\} \cdot \left[1 + a \cdot \exp\left(\frac{b}{\cos Z}\right) \right]}{\left\{ 1 + c \left[\exp(dZ_s) - \exp\left(d\frac{\pi}{2}\right) \right] + e \cdot \cos^2 Z_s \right\} \cdot [1 + a \cdot \exp b]} \quad (6)$$

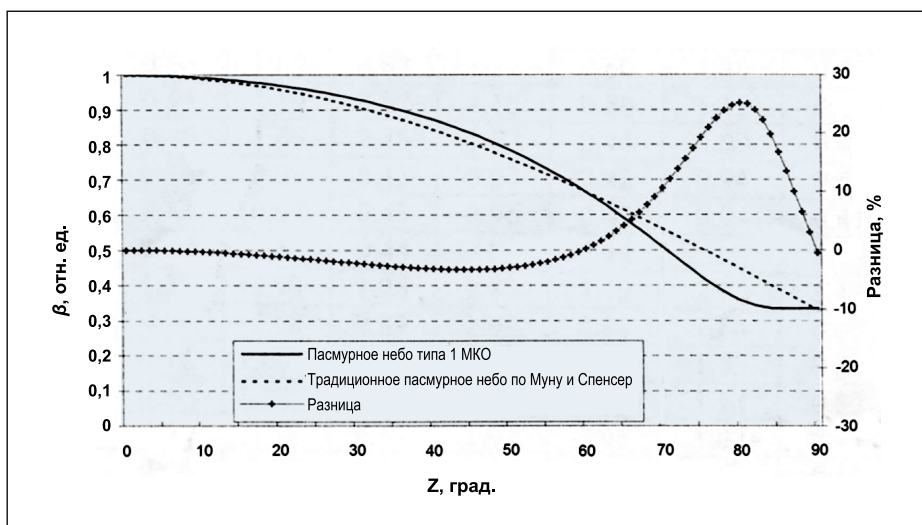


Рис. 4. Разница между небом типа 1 и небом по закону Муна и Спенсер

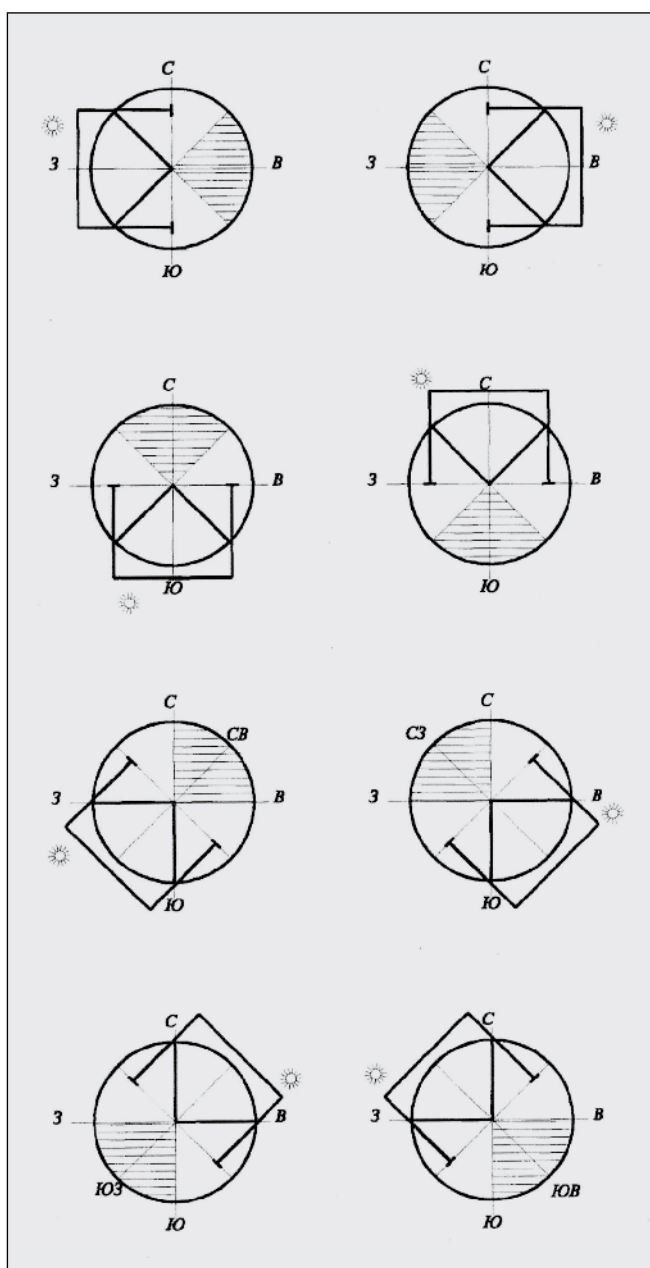


Рис. 5. Схема расчётных положений солнца при разных ориентациях вертикального светопрёма. Заштрихованы неблагоприятные сектора небосвода

ном небе приведён в статье [4]. В нём расчётное положение солнца – такое, при котором при данной ориентации светопрёма КЕО при ясном небе минимален, а наружная освещённость стремится к критической ($E_{кр}$)¹. Для определения расчётного положения солнца значения $E_{кр}$ выбирались по выражению

$$E_{кр} = E_{и}^{норм} \cdot 100 / e, \quad (7)$$

где $E_{и}^{норм}$ – нормируемая искусственная освещённость, e – нормируемое значение КЕО.

Они составили 10000, 7500, 5000 и 2500 лк [5], что практически покрывает весь диапазон значений $E_{кр}$.

В статье [4] также показано, что зона наиболее неблагоприятной ориентации светопрёма по отношению к солнечному меридиану находится в пределах углов от 105 до 225°.

Уровни суммарной и диффузной освещённости под открытым небом можно определять с помощью аналитически полученных формул [3] или аппроксимации натуральных измерений, проводившихся в рамках программы исследований МКО. По результатам этих исследований П. Трегенза предложил эмпирические формулы [6], по которым одним из авторов настоящей статьи получены высоты солнца h_s при выбранных $E_{кр}$ (табл. 2) [4].

Часы наступления $E_{кр}$ в разных широтах для каждого дня года и азимут солнца в это время можно определять по h_s для данной широты местности с помощью известных из астрономии формул [7]. На рис. 5 показаны сектора небосвода, при нахождении солнца в которых имеют место наиболее неблагоприятные распределения яркости по небосводу.

Для этих неблагоприятных условий для северных широт 70, 55 и 40° рассчитаны значения ряда параметров, при которых следует рассчитывать значения КЕО при ясном небе

¹ Следует заметить, что понятие «КЕО» применительно к условиям ясного неба условно. Если при пасмурном небе при азимутальной равномерности неба типов 1, 3 и 5 КЕО в данной точке данного помещения – величина постоянная, то при ясном небе с распределением яркости по Р. Киттлеру она зависит от положения солнца по отношению к светопрёму.

(табл. 3). Предложены стандартные графики распределения β ясного неба при прозрачности атмосферы $P=0,7$ и $0,6$ и графики распределения коэффициентов q (рис. 6).

Выбор расчётного типа небосвода

Вышеуказанные графики применимы в сравнительных расчётах. Надо только определять, где использовать допущение о пасмурном небе, а где — о ясном.

Учёт ресурсов светового климата по документу [2] основан на усовершенствованной модели светового режима помещений, которая позволяет оценивать влияние на естественное освещение таких факторов, как режим облачности в годовом цикле в рассматриваемом месте строительства, ориентация светопроёмов по сторонам горизонта, реальное распределение яркости по небосводу, соответствующее режиму облачности в рассматриваемом интервале.

За критерий оценки светового режима помещений принято среднегодовое количество освещения в помещении. Данный критерий физиологически обоснован и позволяет решать вопрос, как в районах с разными светоклиматическими условиями сохранять один и тот же уровень зрительной работоспособности.

На момент разработки документа [2] были известны три модели распределения яркости по небосводу: облачное небо, ясное небо и среднее небо. И при расчёте среднегодового количества освещения в помещении состояние небосвода облачного неба оценивалось 10 баллами, среднего неба — 3–7 баллами и ясного неба — 0 баллов.

Разрабатываемый стандарт, в основе которого лежит международный стандарт *ISO 15469:2004 (CIE S011/E:2003)* «Пространственное распределение естественного света — Стандартное общее небо МКО» («*Spatial distribution of daylight — CIE standard general sky*») [8], позволит детально учитывать световой климат места строительства, что значительно повысит точность оценки естественного освещения помещений зданий разного назначения.

Для оценки светового климата места строительства, основанной на учёте характера облачности, нужно создать методику выбора типов неба

Расчётные высота (h_s) и зенитное расстояние (Z_s) солнца

$E_{кр}$, лк	h_s , град.	Z_s , град.
2500	4	86
5000	7,5	82,5
7500	10,6	79,4
10000	13,8	76,2

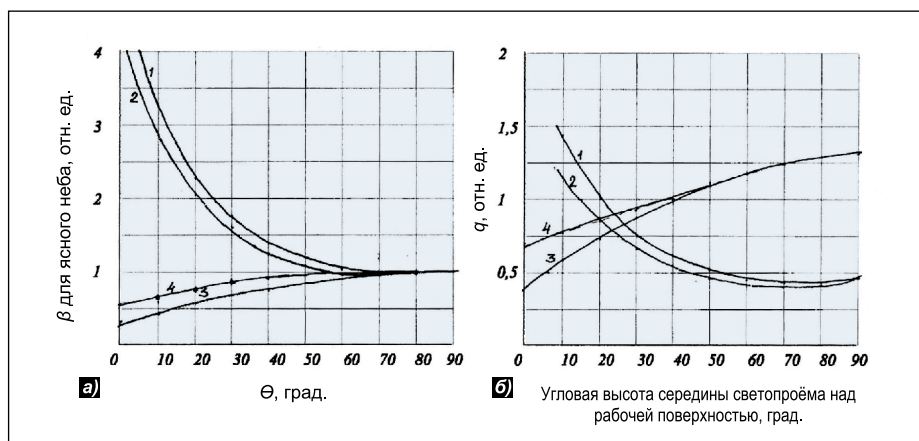


Рис. 6. Стандартные графики распределения относительной яркости β ясного неба при $P = 0,7(1)$ и $0,6(2)$ и графики распределения коэффициентов q при тех же значениях P . Для сравнения приведены значения β и q при пасмурном небе (кривые 3) и значения q при пасмурном небе и устойчивом снеговом покрове (4)

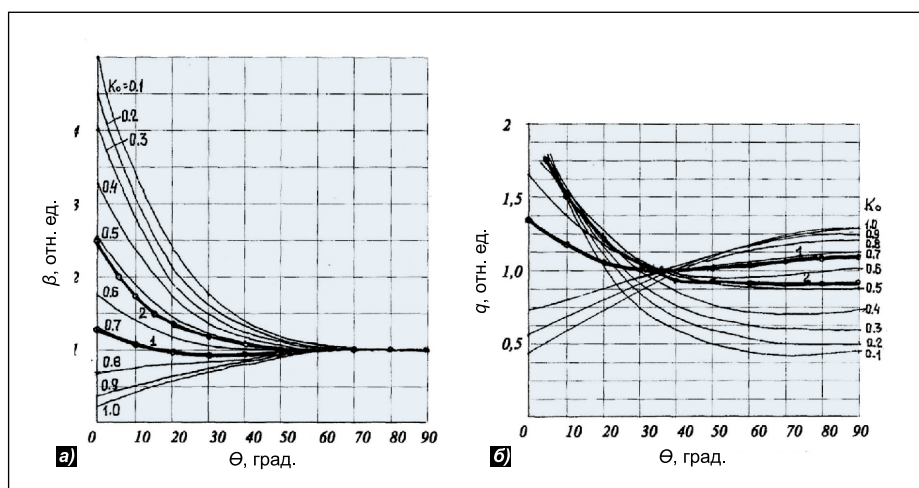


Рис. 7. Распределение относительной яркости β и коэффициента q при разных вероятностях облачности.

– Расчётные графики для ориентаций на С, Ю, В, СВ, ЮВ (1) и З, СЗ, ЮЗ (2)

(табл. 1), которые лягут в основу расчётов естественного освещения.

Используя допущение о том, что изменение облачности, от пасмурного до ясного неба, в статистическом плане можно считать непрерывным в условиях гомогенного небосвода, как это показано в табл. 1, можно принять простую методику, предложенную американскими учёными Г. Жиллетт и С. Тридо [7] для

учёта характера облачности в данной местности. Для этого они использовали отношение уровней диффузного и суммарного солнечного излучения, которое они назвали коэффициентом облачности K_o . Если K_o близко к 1, можно считать, что в данный период в данном месте преобладает пасмурное небо. При $K_o = 0,1-0,2$ преобладает ясное небо. В статье С. Дарулы и Р. Киттлера [3] также приведён

Значения относительной яркости участков неба $\beta(\theta)$ и соответствующих коэффициентов q при расчётных высотах солнца h_s и прозрачностях атмосферы $P=0,7$ и $0,6$ (θ и h_s – в град., $E_{кр}$ – в лк)

P	θ	$h_s=3,95; E_{кр}=2500$		$h_s=7,5; E_{кр}=5000$		$h_s=10,6; E_{кр}=7500$		$h_s=13,8; E_{кр}=10000$	
		β	q	β	q	β	q	β	q
0,7	10	3,47	1,54	3,35	1,47	3,23	1,41	3,08	1,35
	20	2,43	1,08	2,34	1,03	2,26	0,98	2,15	0,94
	30	1,84	0,82	1,77	0,78	1,70	0,74	1,62	0,67
	40	1,48	0,66	1,42	0,62	1,37	0,60	1,30	0,57
	50	1,24	0,55	1,19	0,52	1,15	0,50	1,11	0,48
	60	1,10	0,49	1,06	0,46	1,02	0,44	0,99	0,43
	70	1,03	0,46	0,99	0,43	0,97	0,42	0,94	0,41
	80	0,98	0,44	0,97	0,43	0,96	0,42	0,94	0,41
	90	1	0,44	1	0,44	1	0,44	1	0,44
0,6	10	3,05	1,33	2,93	1,25	2,82	1,19	2,66	1,13
	20	2,16	0,94	2,08	0,89	2,00	0,84	1,88	0,80
	30	1,66	0,72	1,60	0,68	1,53	0,65	1,45	0,62
	40	1,35	0,60	1,30	0,56	1,25	0,53	1,18	0,50
	50	1,15	0,50	1,11	0,47	1,07	0,45	1,02	0,43
	60	1,01	0,44	0,98	0,42	0,95	0,40	0,91	0,39
	70	0,97	0,42	0,95	0,41	0,92	0,39	0,90	0,38
	80	0,96	0,42	0,95	0,41	0,94	0,40	0,92	0,39
	90	1	0,44	1	0,43	1	0,42	1	0,43

способ классификации неба с соответствующим критериальным параметром – «зенитная фракция». Однако этот способ представляется довольно сложным и трудно применимым на практике. Ещё один параметр – отношение диффузной освещённости солнечным светом D_v к диффузной освещённости без солнечного света E_v , предложенный этими авторами, – более простой. Но и он, как предыдущий, основан на теоретических расчётах.

Соотношение уровней диффузной и суммарной солнечной радиации (K_o), данные о которых имеются на многочисленных актинометрических станциях России, а также данные о диффузной (E_D) и суммарной (E_Q) освещённостях, связанные с первыми через световые эквиваленты ($K_o = E_D/E_Q$), имеются в СП 23–102–2003. Яркость какой-либо точки неба, определяемой зенитным (Z) и азиму-

тальным (α) углами в данный момент времени, $L(Z, \alpha)$, может быть представлена как средневзвешенное двух её экстремальных значений:

$$L(z, \alpha) = \xi \cdot L(z, \alpha)_{\text{ясн.}} + (1 - \xi) \cdot L(z)_{\text{пасм.}}$$

где $L(z, \alpha)_{\text{ясн.}}$ – яркость ясного неба по формуле Р. Китглера; $L(z)_{\text{пасм.}}$ – яркость пасмурного неба по закону Муна и Спенсер; ξ – фазовая функция, соответствующая закону нормального распределения, подтверждённого в работе [7] натурными исследованиями:

$$\xi = \frac{1 + \cos(K_o \cdot \pi)}{2}$$

Статистическая вероятность такого распределения яркости определяется вероятностью и обработкой результа-

тов натурных измерений на актинометрических станциях России.

Выводы и рекомендации по дальнейшим исследованиям

В качестве примера были использованы данные СП 23–102–2003 о E_D и E_Q в Москве (55° с.ш.) и Хабаровске (48° с.ш.). Мы рассчитали среднегодовые значения K_o для этих городов при ориентации светопроемов на СЗ, З и ЮЗ и на С, Ю, В, СВ и ЮВ. Для Москвы они оказались, соответственно, равны 0,58 и 0,70, а для Хабаровска – 0,50 и 0,53. Эти значения получены как средние до 12:00 и после 12:00, так как первые характерны для ориентаций светопроемов на СЗ, З и ЮЗ, а вторые – на В, С, СВ и ЮВ.

Зависимость средних значений относительной яркости точки $\beta(\theta, \alpha)$ и коэффициента учёта неравномерной яркости $q(\theta, \alpha)$ неба от угловой

высоты этой точки θ в пределах наиболее неблагоприятной ориентации секторов неба относительно солнечного меридиана ($105^\circ \leq \alpha \leq 225^\circ$) при разных коэффициентах облачности K_o показана на рис. 7 [4].

Для Москвы эти значения представлены кривыми 1 (для ориентации светопроёмов на С, Ю, В, СВ и ЮВ) и 2 (для ориентации их на СЗ, З, ЮЗ). Из графиков 1 и 2 видно, что при $\theta=35-90^\circ$, $\beta=1$ и $q=1$ для Москвы в первом случае $K_o=0,70$, а во втором – 0,58, что соответствует равнояркому небу. В Хабаровске количество ясных и полужасных дней в году больше, что характеризуется значениями K_o , соответственно, 0,53 и 0,50. Однако, несмотря на это, при $\theta=35-90^\circ$ β и q также приближаются к 1. Это говорит о том, что при верхнем естественном освещении в районах с $K_o=0,5-0,7$ для всех точек неба значение q можно считать равным 1.

Северо-Запад Европейской части России, в том числе Санкт-Петербург, традиционно считается облачным регионом. Расчёт средних значений K_o показывает, что при ориентациях окна на Ю, В, СВ и ЮВ, и на З, СЗ и ЮЗ они равны 0,53 – как для Хабаровска. То есть при верхнем естественном освещении и здесь $q=1$.

Для боковых светопроёмов характерны значения $\theta=15-30^\circ$ (расчётные точки – в центре помещения и на расстоянии 1 м от задней стены помещения). Для ориентаций 1 значения $q=1,1-1,0$, а для ориентаций 2 – 1,4–1,0. Задача дальнейших исследований – анализ облачности светового климата и расчёт K_o для солнечных регионов (Северный Кавказ, Крым, Забайкалье и т.п.). Это позволит перейти к локальному светоклиматическому районированию территории России и уточнению коэффициентов светового климата в нормах естественного освещения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Санитарные правила и нормы СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278–03 «Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещённому освещению жилых и общественных зданий». Зарегистрировано в Минюсте РФ 23 апреля 2003 г.

2. Свод правил СП 52.13330.2011 «Естественное и искусственное освещение». – М.: ГУП ЦПП, 2011. – 69 с.

3. Дарула С., Кумтлер Р. Метод расчёта естественного освещения и современные тенденции оценки естественного света // Светотехника. – 2006. – № 1. – С. 28–34.

4. Соловьёв А.К. Распределение яркости по небосводу и его учёт при проектировании естественного освещения зданий // Светотехника. – 2008. – № 6. – С. 18–22.

5. Гусев Н.М., Куреев Н.Н. Освещение промышленных зданий. – М.: Стройиздат, 1968. – 160 с.

6. Tregenza P.R. Measured and Calculated frequency distributions of daylight illuminance // Lighting Research & Technology. – 1986. – Vol.18, No. 2. – P. 71–74.

7. Gillette G. at al. The issue of sky conditions // Lighting Design & Application. – 1985. – March. – P. 22–27.

8. ISO 15469:2004 (CIE S011/E:2003) «Пространственное распределение естественного освещения».



Земцов Виктор Андреевич, кандидат техн. наук. Заведующий лабораторией естественного освещения и инсоляции ФГБУ «Научно-исследовательский институт строительной физики РААСН»



Соловьёв Алексей Кириллович, доктор техн. наук. Окончил в 1965 г. МИСИ им. В.В. Куйбышева. Профессор кафедры «Архитектура гражданских и промышленных зданий» ФГБОУ ВПО

«МГСУ». Член редколлегии журнала «Светотехника»



Шмаров Игорь Александрович, кандидат техн. наук. Окончил в 1979 г. МИФИ. Заведующий лабораторией искусственного освещения ФГБУ «Научно-исследовательский институт строительной физики РААСН»

Зимняя иллюминация избавит москвичей от осенней депрессии

В Москве для борьбы с осенней хандрой подключили праздничную иллюминацию.



Как сообщает интернет-издание

«Подмосковье сегодня», зимняя иллюминация включается в столице уже четвёртый год.

Новогодние гирлянды развешаны на протяжении более тысячи километров. Как утверждают в Департаменте топливно-энергетического хозяйства Москвы, лампочки не наносят вреда деревьям.

Жители и гости столицы могут сделать селфи на фоне Большого театра, а для любителей романтики в Камергерском переулке поставили светящиеся арки в форме сердечек.

<http://svpressa.ru>
03.11.2016

Музей-башню в Калининграде осветили светильниками со светодиодами «ФЕРЕКС»

Для архитектурно-художественного освещения нового музея водоканала в Калининграде использовали линейные светильники со светодиодами от российского производителя «ФЕРЕКС»



Музей истории водопровода разместили в отреставрированной водонапорной башне на Советском проспекте. В музее представлено более 1000 экспонатов. Главный – здание самой водонапорной башни, которое было построено ещё в 1879 г. и является действующим до сих пор.

Высота башни – 25 м. Для её освещения использовано 84 светильника серии «ДСО» разной мощности: 12, 33 и 65 Вт. Организовано управление со светорегулировкой (диммирование).

В вечернее и ночное время данное освещение выгодно подчёркивает архитектурные особенности здания. Кроме того, свет светодиодов не оказывает негативного влияния на материал и цвет стен. Проект доказывает, что современные технологии освещения при правильном подборе оборудования сохраняют и украшают наше историческое наследие.

www.svetozone.ru
11.11.2016