ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 72168— 2025

СВЕТОВОДЫ ТРУБЧАТЫЕ ЕСТЕСТВЕННОГО СВЕТА

Методика расчета

Издание официальное

Москва
Российский институт стандартизации
2025

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Федеральным государственным бюджетным учреждением «Научно-исследовательский институт строительной физики Российской академии архитектуры и строительных наук» (ФГБУ «НИИСФ РААСН»), Обществом с ограниченной ответственностью «ЦЕРЕРА-ЭКСПЕРТ» (ООО «ЦЕРЕРА-ЭКСПЕРТ») при участии ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет» (НИУ МГСУ) и Общества с ограниченной ответственностью «СОЛАРЖИ» (ООО «СОЛАРЖИ»)

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 465 «Строительство»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 1 июля 2025 г. № 656-ст

4 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

© Оформление. ФГБУ «Институт стандартизации», 2025

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 Фотометрия систем и компонентов 2
5 Расчет коэффициента естественной освещенности в помещении 2
Приложение А (справочное) Коэффициент пропускания света τ_{11} для типовых материалов купола 11
Приложение Б (справочное) Пример расчета коэффициента естественной освещенности в помещении, освещаемом трубчатыми световодами естественного света 12
Библиография 22

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

СВЕТОВОДЫ ТРУБЧАТЫЕ ЕСТЕСТВЕННОГО СВЕТА

Методика расчета

Tubular light guides of natural light. Calculation method

Дата введения — 2025—07—01

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на трубчатые световоды естественного света и устанавливает методику определения коэффициентов пропускания их компонентов, расчета коэффициента естественной освещенности (КЕО) и определения их количества в помещении.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие документы:

ГОСТ Р 57260 (ИСО 15469:2004) Климатология строительная. Параметры для расчета естественного освещения с учетом распределения яркости по небосводу

СП 52.13330.2016 «СНиП 23-05-95* Естественное и искусственное освещение»

СП 367.1325800.2017 Здания жилые и общественные. Правила проектирования естественного и совмещенного освещения

СП 419 1325800.2018 Здания производственные. Правила проектирования естественного и совмещенного освещения

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

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины по СП 52.13330, а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **диффузное отражение:** Рассеяние света, при котором луч, падающий на поверхность, отражается под многими углами, а не только под одним углом, как в случае зеркального отражения.

Издание официальное

3.2 **индикатриса рассеяния:** Представление в пространстве в форме поверхности, выраженной в полярных координатах, углового распределения (относительной) силы излучения, или силы света, или (относительной) яркости, или яркости элемента поверхности среды, которая рассеивается путем отражения или пропускания.

3.3 **коэффициент зеркального отражения:** Отношение зеркально отраженной части светового потока к падающему световому потоку.

3.4 **коэффициент отражения:** Отношение потока отраженного излучения Φ_r к потоку падающего излучения Φ_m.

3.5 **коэффициент пропускания:** Отношение потока прошедшего излучения Φ_p к потоку падающего излучения Φ_m.

4 Фотометрия систем и компонентов

4.1 Коэффициенты пропускания света компонентов световода предоставляются производителем или определяются на основе измерений по схеме рисунка 4.1.

4.2 Схема измерений коэффициентов пропускания τ компонентов трубчатого световода заключается в измерении световых потоков на входе в компонент световода $\Phi_{вх}$ и на выходе из компонента или световода $\Phi_{вых}$.

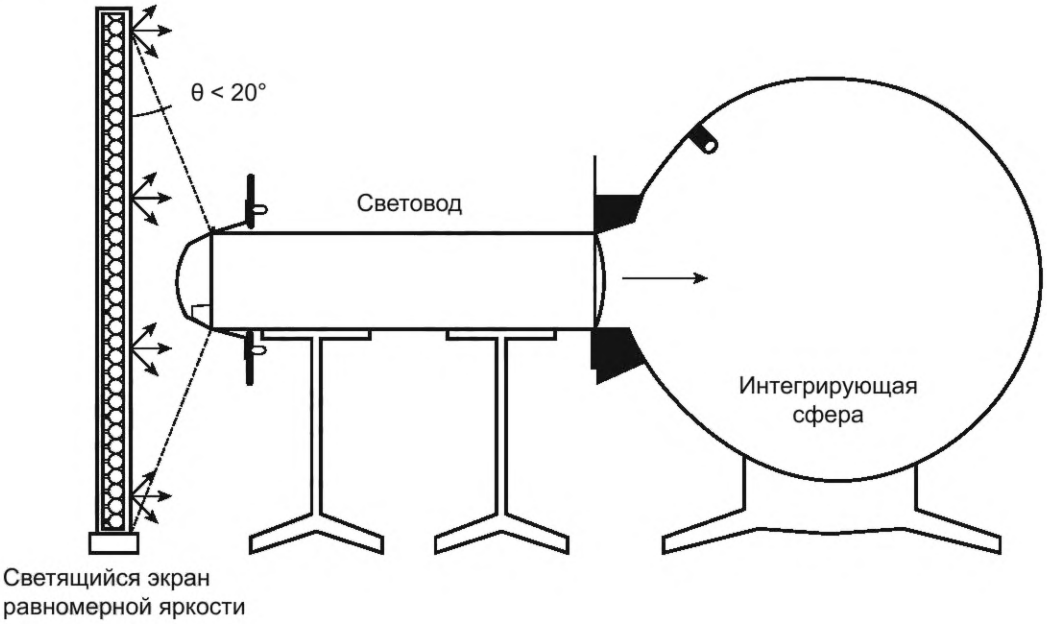


Рисунок 4.1 — Схема определения коэффициента пропускания компонентов световода

4.3 Коэффициент пропускания света купола трубчатого световода τ_{11} и коэффициент пропускания света рассеивателя световода τ_{12} определяют по формуле

$$\tau_{11}(\tau_{12}) = \Phi_{вх} / \Phi_{вых}, \quad (4.1)$$

где τ_{11} — коэффициент пропускания света купола трубчатого световода естественного света. Коэффициенты пропускания света τ_{11} для типовых материалов купола приведены в приложении А;

τ_{12} — коэффициент пропускания света рассеивателя световода (диффузора) на выходе световода.

5 Расчет коэффициента естественной освещенности в помещении

5.1 Общие положения

5.1.1 Трубчатые световоды естественного света позволяют передавать естественный свет с кровли, стен зданий и прилегающей территории в помещения, расположенные на этажах и в подземных пространствах.

5.1.2 Область применения трубчатых световодов определена [1] и СП 52.13330.

5.1.3 Трубчатые световоды состоят из приемного купола (концентратора) естественного излучения, установленного на кровле здания, зеркально отражающей трубки, внутренняя поверхность которой имеет высокий коэффициент зеркального отражения (0,92—0,99), и рассеивателя (диффузора), располагаемого на потолке освещаемого помещения.

5.1.4 Рассеяние света на выходе световода в помещение может быть диффузным или отличным от диффузного и характеризуется фотометрическим телом или индикатрисой рассеяния.

В зависимости от характера рассеяния света на выходе световода применяют разные методы расчета освещенности и КЕО.

5.2 Расчет коэффициента естественной освещенности световодов с диффузным рассеивателем

5.2.1 Общий коэффициент передачи светового потока световодом определяют по формуле

$$K_{п.о} = \tau_{11} \cdot \tau_{12} \cdot K_{п}, \tag{5.1}$$

где τ_{11} — коэффициент пропускания купола трубчатого световода естественного света. Коэффициент пропускания купола ряда устройств лежит в диапазоне 0,89—0,92;

τ_{12} — коэффициент пропускания рассеивателя световода (диффузора) на выходе световода. Коэффициент пропускания рассеивателя световода лежит в диапазоне 0,8—0,92;

$K_{п}$ — коэффициент передачи светового потока, зависящий от коэффициента отражения зеркального покрытия световодной трубы ρ, от отношения длины световода L к его диаметру D.

5.2.2 С учетом многократных отражений $K_{п}$ определяют по формуле

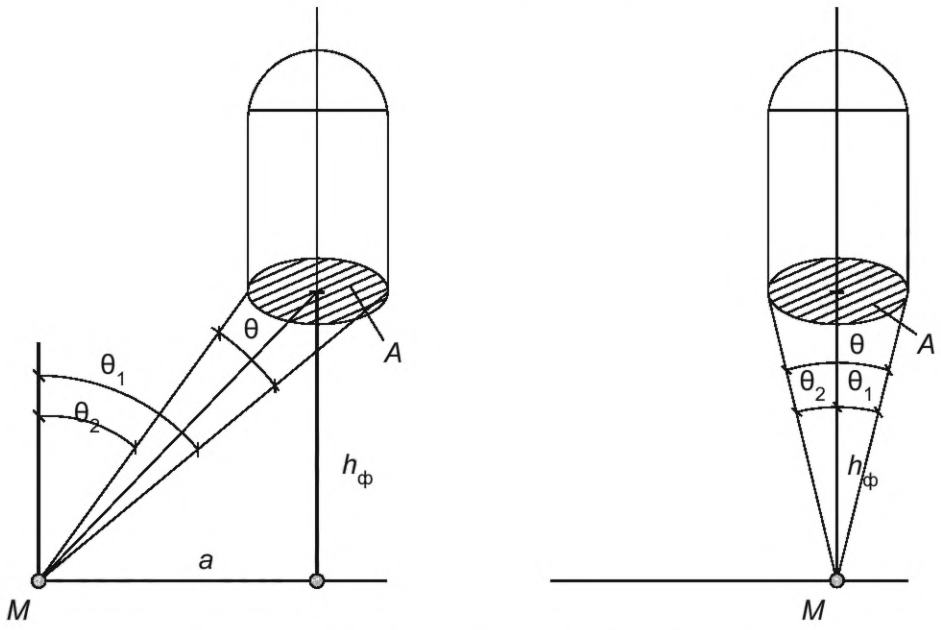
$$K_{п} = \frac{e^{\frac{L}{D}\mathrm{tg}\theta \ln\rho}}{\left(1-\frac{L}{D}\mathrm{tg}\theta\ln\rho\right)^{1/2}}, \tag{5.2}$$

где θ — угол между осью световода и световым лучом (угол входа света).

Средний коэффициент передачи светового потока определяется для угла $\theta = 30°$.

5.2.3 Для круглого или прямоугольного диффузного излучателя, геометрический КЕО $\varepsilon_{св}$, в процентах, в любой точке помещения определяется в соответствии с рисунком 5.1 по формуле

$$\varepsilon_{св} = K_{п}\left[(180-\alpha)/180\right]\cdot \sin^2\left(\frac{\theta}{2}\right)\cdot 100. \tag{5.3}$$



$h_{ф}$ — высота диффузора над рабочей поверхностью, м

Рисунок 5.1 — К расчету коэффициента естественной освещенности от трубчатого световода

5.2.4 Расчет среднего значения геометрического КЕО в помещении от световода, в процентах, проводят по формуле

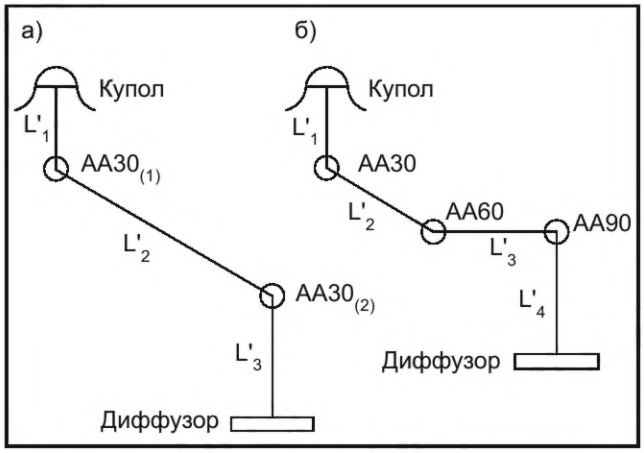
$$\varepsilon_{св.ср} = \frac{\left[(180 - \alpha)/180\right] \cdot K_{п.о} \cdot A}{S} \cdot 100, \quad (5.4)$$

где S — площадь помещения, м^2;

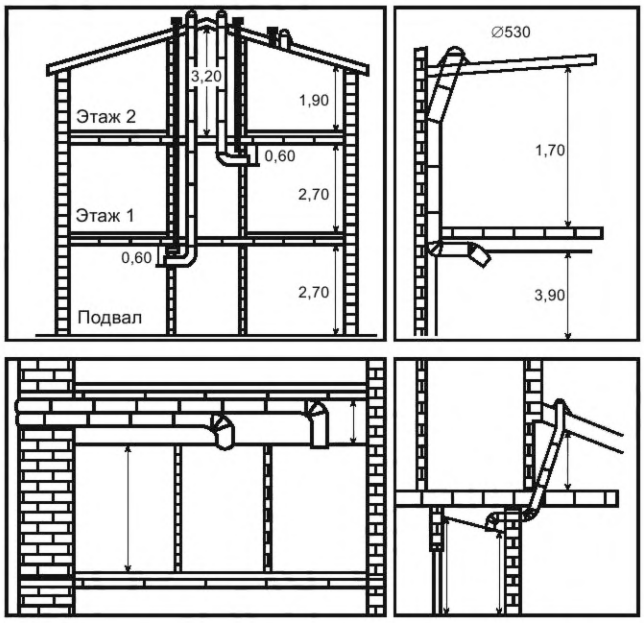
A — площадь сечения трубы, м^2;

α — угол отклонения оси трубы от зенита, градусы.

При изменении направления световода с помощью различных колен происходит изменение (уменьшение) $K_п$ из-за увеличения его эффективной длины. Примеры размещения трубчатых световодов в зданиях приведены на рисунке 5.2, а примеры определения $K_п$ трубы с угловым адаптером — в таблицах 5.1, 5.2.



а) Схема световода с тремя коленами; б) Схема световода с четырьмя коленами



в) Возможные схемы размещения световодов

Рисунок 5.2 — Примеры размещения трубчатых световодов в здании

Таблица 5.1 — Определение $K_п$ трубы с угловым адаптером методом оптической эквивалентной длины и/или отношения L/D для схем с тремя коленами

D, мм	250	375	530	650
L'_1, м	0,5	1	2	1
L'_2, м	2	1,5	0,5	2
L'_3, м	2	3	4	5
$AA30_{(1)}$, м	0,30 + 0,25	0,30 + 0,375	0,40 + 0,53	0,40 + 0,65
$AA30_{(2)}$, м	0,30 + 0,25	0,30 + 0,375	0,40 + 0,53	0,40 + 0,65
L, м	5,6	6,85	8,36	10,1
ξ	0,91	0,92	0,943	0,939

Таблица 5.2 — Определение $K_п$ трубы с угловым адаптером методом оптической эквивалентной длины и/или отношения L/D для схем с четырьмя коленами

D, мм	250	375	530	650
L'_1, м	1	1,5	2	0,5
L'_2, м	2	1	0,5	1
L'_3, м	2	2,5	4	3
L'_4, м	1,5	2	0,5	4
$AA30$, м	0,30 + 0,25	0,30 + 0,375	0,40 + 0,53	0,40 + 0,65
$AA60$, м	0,60 + 2 · 0,25	0,60 + 2 · 0,375	2 · (0,40 + 0,53)	2 · (0,40 + 0,65)
$AA90$, м	0,60 + 2 · 0,25	0,60 + 3 · 0,375	3 · (0,40 + 0,53)	3 · (0,40 + 0,65)
L, м	9,5	10,75	12,58	14,8
ξ	0,847	0,883	0,905	0,91

ξ — эффективность трубы, зависящая от коэффициента отражения зеркального покрытия трубы ρ и отношения длины L к его диаметру D, определяемая по формуле

$$\xi = \frac{e^{L/D} \cdot \mathrm{tg}\theta \cdot \ln\rho}{\left[1-(L/D)\cdot \mathrm{tg}\theta \cdot \ln\rho\right]^{1/2}}. \quad (5.5)$$

В общем случае длина углового адаптера определяется по таблице 5.3.

Таблица 5.3 — Длина углового адаптера

Угол поворота, град	Диаметр, мм						
	250	375	400	530	650	750	900
15	0,4	0,525	0,55	0,73	0,85	0,95	1,1
30	0,55	0,675	0,7	0,93	1,05	1,15	1,3
45	0,825	1,0125	1,05	1,395	1,525	1,725	1,95
60	1,1	1,35	1,4	1,86	2	2,3	2,6
75	1,1	1,35	1,4	2,325	2,5	2,875	3,25
90	1,1	1,35	1,4	2,79	3	3,45	3,9

5.2.5 При отношениях длины световода L к его диаметру D, отличающихся от представленных в таблице 5.5, коэффициент передачи светового потока $K_п$ определяют по таблице 5.4 или графику на рисунке 5.3.

Таблица 5.4 — Коэффициент передачи светового потока $K_п$

L/*D*, относительные единицы	$K_п$ при коэффициенте отражения зеркального покрытия световодной трубы ρ, равном			
	0,92	0,95	0,98	0,995
0,3	0,98	0,99	1,00	1,00
0,4	0,96	0,98	0,99	1,00
0,7	0,95	0,97	0,99	1,00
1,1	0,92	0,95	0,98	1,00
1,4	0,91	0,93	0,98	0,99
1,6	0,90	0,92	0,97	0,99
2,2	0,85	0,90	0,96	0,99
3,2	0,79	0,85	0,94	0,98
3,4	0,77	0,85	0,94	0,98
6,6	0,65	0,73	0,90	0,97
8,0	0,58	0,69	0,87	0,96
8,6	0,56	0,68	0,86	0,96
11,4	0,46	0,62	0,82	0,95
14,3	0,39	0,55	0,78	0,94
16,0	0,35	0,50	0,76	0,93
18,0	0,30	0,46	0,73	0,92
19,4	0,27	0,43	0,71	0,92
50,0	0,05	0,14	0,44	0,80

5.2.6 Определяют суммарное значение геометрического КЕО $\varepsilon_{св}$, в процентах, в каждой из расчетных точек от всей системы трубчатых световодов естественного света, расположенных в помещении, — $\sum\varepsilon_{св}$.

5.2.7 Среднее значение геометрического КЕО от системы трубчатых световодов на линии пересечения условной рабочей поверхности (УРП) и плоскости характерного вертикального разреза помещения определяют из соотношения

$$\varepsilon_{св.ср} = \frac{\sum\varepsilon_{св1} + \sum\varepsilon_{св2} + \sum\varepsilon_{св3} + \sum\varepsilon_{св4} + \ldots + \sum\varepsilon_{свN}}{N}, \quad (5.6)$$

где N — количество расчетных точек;

$\sum\varepsilon_{св1}, \sum\varepsilon_{св2}, \sum\varepsilon_{св3}, \sum\varepsilon_{св4}, \ldots, \sum\varepsilon_{свN}$ — значения геометрического КЕО в расчетных точках от системы световодов в расчетных точках 1, 2, …., *N*.

5.2.8 Коэффициент естественной освещенности в расчетной точке $e_р^в$ определяют по формуле

$$e_р^в = C_N [\sum\varepsilon_{св} + \varepsilon_{св.ср} (r_2 - 1)] MF, \quad (5.7)$$

где r_2 — коэффициент, учитывающий повышение КЕО при верхнем освещении благодаря свету, отраженному от поверхностей помещения, определяемый по таблицам А.17 СП 419.1325800.2018 и А.25 СП 367.1325800.2017;

MF — коэффициент эксплуатации (учитывает загрязнение световода при эксплуатации). Купола световодов следует чистить один-два раза в год. По СП 52.13330 при чистке купола один раз в год значение *MF* в среднем составляет 0,77.

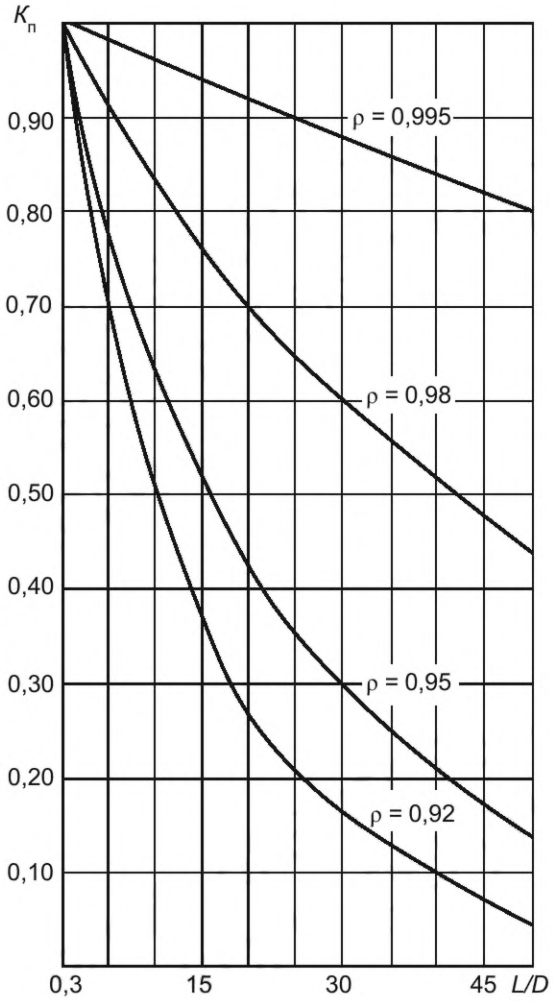


Рисунок 5.3 — График для определения коэффициента передачи светового потока $K_п$, зависящий от коэффициента отражения зеркального покрытия световодной трубы ρ и от отношения длины световода L к его диаметру D

5.2.9 Среднее значение КЕО $e_{ср}$ при верхнем или комбинированном освещении определяют по формуле

$$e_{ср} = \frac{1}{N-1}\left(\frac{e_1 + e_N}{2} + \sum_{i=2}^{N-1} e_i\right), \quad (5.8)$$

где e_1 и e_N — значения КЕО при верхнем или комбинированном освещении в первой и последней точках характерного разреза помещения;

e_i — значения КЕО в остальных точках характерного разреза помещения (i = 2, 3, ... , N – 1).

Если полученные значения КЕО меньше нормируемых по [1], то увеличивается количество или диаметр световодов.

5.2.10 При наличии в одном помещении двух и более световодов допускается выполнять расчет среднего значения КЕО для каждого световода отдельно друг от друга, а затем суммировать результаты КЕО.

Коэффициент пропускания света τ_{11} для типовых материалов купола приведен в приложении А.

5.3 Расчет числа световодов в помещении с рассеивателем, отличным от диффузного

При известной индикатрисе рассеяния света световода $f(\alpha)$ на выходе световода в помещение или наличии фотометрического файла для рассеивателя световода расчет светового потока следует проводить по методу Руссо.

5.3.1 Расчет КЕО по этому методу осуществляют в такой последовательности:

- на первом этапе определяют геометрический КЕО от одного световода $\varepsilon_{св}$ как элемента системы;

- на втором этапе определяют геометрический КЕО от системы световодов $\sum\varepsilon_{св}$ в каждой из расчетных точек помещения;

- на третьем этапе определяют КЕО с учетом отражения от внутренних поверхностей помещения.

5.3.2 Значение коэффициента $\varepsilon_{св}$ от одного световода определяют по формуле

$$\varepsilon_{св} = \frac{S_{вх} \cdot K_{п.о} \cdot \cos^3 \alpha \cdot 100}{\Omega_{вых} H^2} \cdot f(\alpha), \quad (5.9)$$

где $S_{вх}$ — площадь входного основания световода, м^2;

$f(\alpha)$ — индикатриса рассеивателя световода;

α — угол между отрезком, соединяющим расчетную точку с центром выходного основания световода, и нормалью к этому основанию;

$\Omega_{вых}$ — эквивалентный телесный угол рассеивателя световода;

H — превышение выходного основания световода над расчетной точкой, м;

$K_{п.о}$ — общий коэффициент передачи светового потока, определяемый по формуле

$$K_{п.о} = K_п \tau_{11} \tau_{12}, \quad (5.10)$$

здесь τ_{11} — коэффициент пропускания света купола световода;

τ_{12} — коэффициент пропускания света рассеивателя световода;

$K_п$ — коэффициент передачи светового потока каналом световода, определяемый по формуле

$$K_п = 0{,}25\left(\sqrt{\left(\frac{1}{\beta_ц}\right)^2 + 4} - \frac{1}{\beta_ц}\right)^2 + 6{,}8\delta\beta_0^2 \sum_{n=1}^{\infty} \rho^n \frac{50}{\left[1 + (2n\beta_0)^2\right]^2}, \quad (5.11)$$

где ρ — коэффициент зеркального отражения стенок светопроводного канала световода;

$\beta_ц$ — отношение радиуса канала цилиндрической формы к его высоте:

$$\beta_ц = \frac{r}{h}. \quad (5.12)$$

β_0 — приведенный индекс светопроводного канала цилиндрической формы, определяемый по формуле

$$\beta_0 = \frac{r}{\sqrt{h^2 + r^2}}, \quad (5.13)$$

где r — радиус цилиндрического светопроводного канала световода;

h — высота светопроводного канала световода;

Коэффициент возрастания светопропускания δ светопроводного цилиндрического канала с учетом распределения яркости облачного неба МКО по ГОСТ Р 57260 будет равен:

$$\delta = 1 + 0{,}25\left(\cos\frac{\beta_ц \pi}{10}\right)^{2{,}5}. \quad (5.14)$$

Коэффициенты передачи светового потока каналом трубчатого световода, рассчитанные по формуле (5.10), приведены в таблице 5.5.

Таблица 5.5 — Коэффициенты передачи светового потока при различных размерах и коэффициентах зеркального отражения внутреннего покрытия световода

L/*D*, относительные единицы	$\beta_ц = r/h$, относительные единицы	Коэффициенты передачи светового потока при коэффициенте зеркального отражения внутреннего покрытия световода			
		0,92	0,95	0,98	0,995
0,50	1,00	0,944	0,971	1,000	1,015
0,70	0,714	0,934	0,968	1,00	1,02
2,76	0,181	0,805	0,889	0,989	1,047

Окончание таблицы 5.5

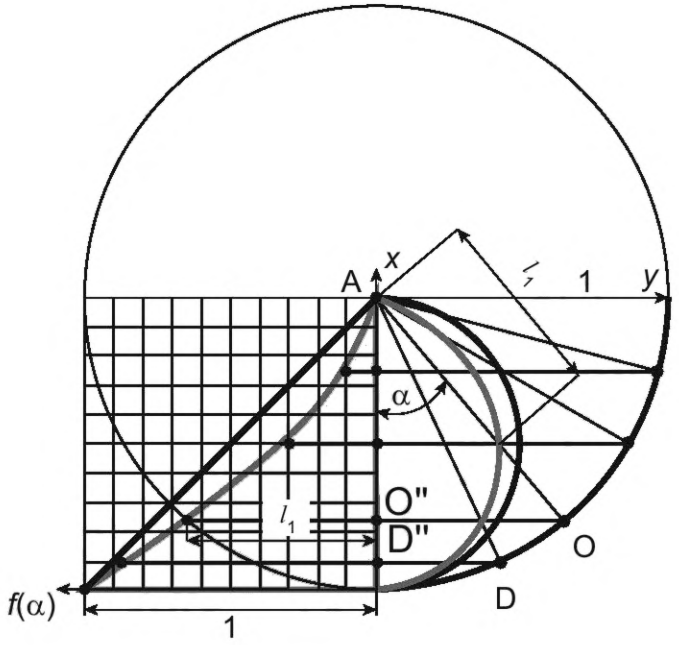
L/*D*, относительные единицы	$\beta_ц = r/h$, относительные единицы	Коэффициенты передачи светового потока при коэффициенте зеркального отражения внутреннего покрытия световода			
		0,92	0,95	0,98	0,995
5,33	0,094	0,639	0,758	0,919	1,028
8,00	0,0625	0,529	0,659	0,858	0,996
10,67	0,0469	0,437	0,58	0,805	0,973
13,3	0,0376	0,372	0,515	0,758	0,95
16,0	0,0313	0,319	0,461	0,774	0,925
21,3	0,024	0,243	0,376	0,638	0,876
26,0	0,019	0,191	0,311	0,572	0,826

5.3.3 Определение показателя степенной функции индикатрисы и значения телесного угла осуществляют в такой последовательности:

- строят полуокружность единичного радиуса $R = 1$ с координатными осями x (вертикальная ось) и y (горизонтальная ось);
- из центра координат (точка А) проводят линии (например, АО и AD на рисунке 5.4) до пересечения с окружностью;

полученные точки пересечения переносятся горизонтальными прямыми линиями на ось x (точки О″ и D″);

- длины l_1 и l_i (расстояния от начала координат до пересечения с кривой излучателя) откладываются соответственно от точек О″ и D″ в продолжение направления к ранее полученным горизонтальным прямым в левую сторону;
- по полученным точкам строят аппроксимированную кривую линию, соответствующую индикатрисе рассеивателя;
- определяют площадь S, усл. ед., ограниченную полученной аппроксимированной кривой линией и осью х.



Примечание — $\Omega_{вых} = 2\pi \cdot S$.

Рисунок 5.4 — Определение эквивалентного телесного угла при расчете светового потока по методу Руссо

5.3.4 Индикатриса проема с нулевой глубиной канала трубчатого световода описывается уравнением

$$f(\alpha) = \cos \alpha. \quad (5.15)$$

Независимо от формы проема в плане (при нулевой глубине) его индикатриса в случае косинусного излучения всегда описывается уравнением (5.12).

5.3.5 Для расчета геометрического коэффициента естественной освещенности в помещении со световодами, оснащенными определенным диффузным рассеивателем, необходимо знать относительные значения кривой силы света — индикатрисы этого рассеивателя. По индикатрисе рассеивателя методом Руссо определяется эквивалентный телесный угол.

5.3.6 Индикатрисы рассеяния трубчатых световодов естественного света аппроксимируются степенной функцией вида

$$f(\alpha) = \cos^m \alpha,\ m > 1. \quad (5.16)$$

5.3.7 Коэффициент естественной освещенности в расчетной точке $e_р^в$ применительно к верхнему естественному освещению помещения через световоды выражается следующей формулой:

$$e_р^в = C_N [\sum \varepsilon_{св} + \varepsilon_{ср} (r_2 - 1)] MF, \quad (5.17)$$

где $\sum \varepsilon_{св}$ — значение КЕО от системы световодов в расчетной точке помещения без учета потерь света в заполнении световода и отраженных световых потоках от поверхностей помещения (пола, стен, потолка);

$\varepsilon_{ср}$ — среднее значение КЕО от системы световодов на линии пересечения условной рабочей поверхности и плоскости характерного вертикального разреза помещения, определяемое из соотношения

$$\varepsilon_{ср} = 1/N (\sum \varepsilon_{св1} + \sum \varepsilon_{св2} + \sum \varepsilon_{св3} + \sum \varepsilon_{св4} + ... + \sum \varepsilon_{свN}) \quad (5.18)$$

(N — количество расчетных точек; $\sum \varepsilon_{св1}$, $\sum \varepsilon_{св2}$, $\sum \varepsilon_{св3}$, $\sum \varepsilon_{св4}$, ..., $\sum \varepsilon_{свN}$ — значения КЕО в расчетных точках от системы световодов);

r_2 — коэффициент, учитывающий повышение КЕО при верхнем освещении благодаря свету, отраженному от поверхностей помещения, определяемый по таблицам А.17 СП 419.1325800.2018 и А.25 СП 367.1325800.2017.

5.3.8 Если полученные значения КЕО меньше нормируемых по [1], то увеличивается количество или диаметр световодов.

Пример расчета приведен в приложении Б.

Приложение А
(справочное)

Коэффициент пропускания света τ_{11} для типовых материалов купола

Таблица А.1 — Коэффициент пропускания света τ_{11} для типовых материалов купола

Материал	Коэффициент пропускания, ед.	Тип излучения на выходе	Применение	Толщина материала (диаметр до 400 мм)	Толщина материала (диаметр 530—750 мм)	Толщина материала (диаметр 900 мм)
Стекло каленое просветленное	0,96	Прямое 0,94, диффузное 0,02	Верхнее применение	4 мм	5 мм	6 мм
Стекло матовое каленое просветленное	0,92	Диффузное 1	Короткие шахты, избегание точки нагрева	4 мм	5 мм	6 мм
Стекло (зеленое)	0,89	Прямое 0,85, диффузное 0,04	Боковые исполнения в стене	4 мм	5 мм	6 мм
Стекло (зеленое) каленое	0,88	Прямое 0,84, диффузное 0,04	Верхнее расположение купола	4 мм	5 мм	6 мм
ПММА (плексиглас)	0,94	Прямое 0,92, диффузное 0,02	Верхнее расположение купола	3 мм	4 мм	5 мм
Поликарбонат	0,88	Прямое 0,86, диффузное 0,02	Требуется защита от УФ	3 мм	4 мм	5 мм
ПС (полистирол)	0,9	Прямое 0,88, диффузное 0,02	Требуется защита от УФ	3 мм	4 мм	5 мм

Приложение Б
(справочное)

Пример расчета коэффициента естественной освещенности в помещении, освещаемом трубчатыми световодами естественного света

Б.1 Порядок выполнения расчета естественной освещенности КЕО в помещении при применении трубчатых световодов с диффузным рассеивателем

Б.1.1 Порядок расчета КЕО от световодов рассмотрен на примере помещения с размерами пола 6 × 6 м и высотой 3,5 м, освещаемого четырьмя трубчатыми световодами диаметром 350 мм, расположенными в помещении в соответствии с рисунками Б.1 и Б.2. Помещение расположено в середине 2-этажного здания на 1-м этаже и не может быть освещено естественным светом через окна и двери.

Применяемые световоды имеют следующие характеристики:

$\rho = 0,98$ — коэффициент направленного отражения стенок световой шахты;

$\tau_{11} = 0,92$ — коэффициент светопропускания материала купола световода;

$\tau_{12} = 0,80$ — коэффициент светопропускания материала рассеивателя (диффузора) выходного отверстия световода;

k_m — коэффициент запаса, учитывающий загрязнение купола при эксплуатации, принимаемый равным 0,92.

Размеры в метрах

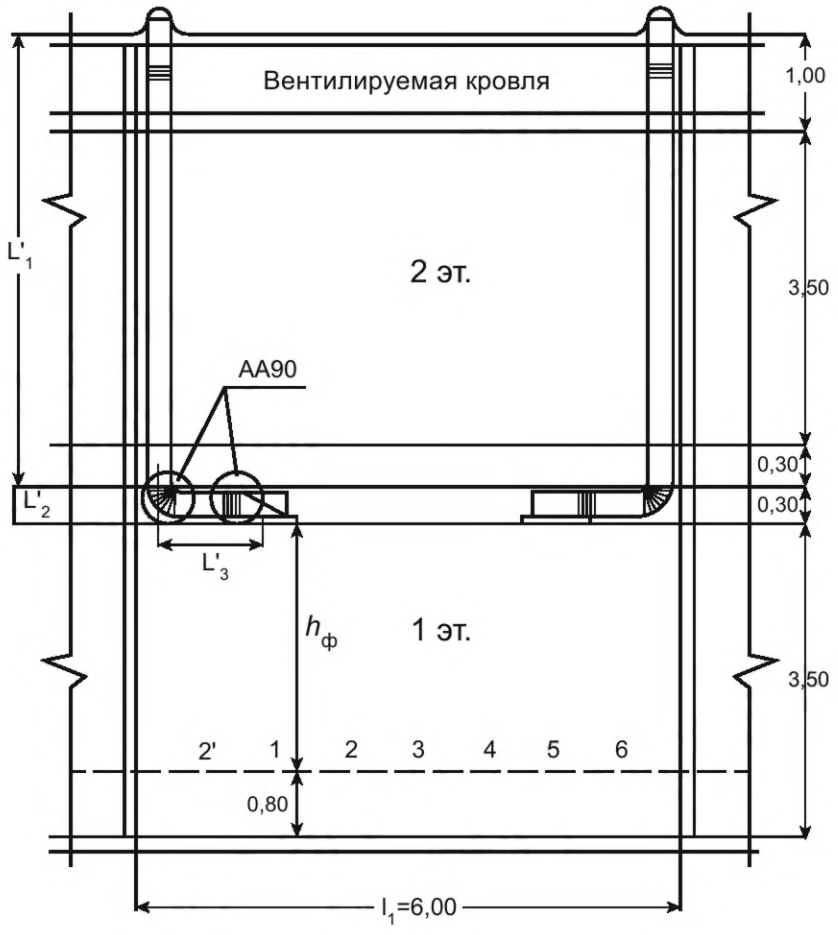


Рисунок Б.1 — Размещение трубчатых световодов естественного света на разрезе здания

Б.1.2 Первоначально определяют коэффициент передачи светового потока каналом световода. Согласно рисунку Б.1 и таблице 5.1 длина световода L составляет:

$$L = 4,8 + 1,5 + 0,3 + 1,725 + 1,725 = 10,05 \text{ м}.$$

При диаметре световода D = 0,375 L/D = 10,05/0,375 = 26,8.

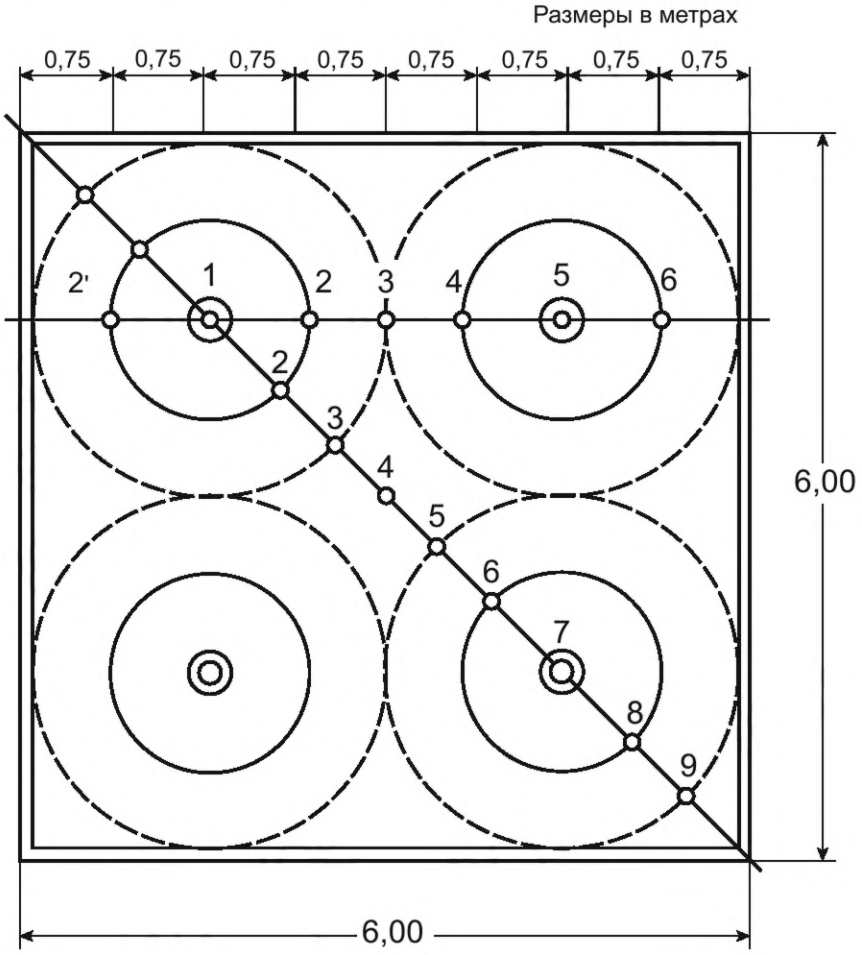


Рисунок Б.2 — Размещение трубчатых световодов естественного света на плане помещения (с изолиниями КЕО от каждого световода)

Б.1.3 Определяют коэффициент передачи светового потока каналом трубчатого световода по таблице 5.3 методом линейной интерполяции

$$K_{\text{п}} = \frac{0,71-0,44}{50-19,4}\cdot(50-26,8)+0,44 = 0,645.$$

Б.1.4 Далее определяют общий коэффициент светопередачи трубчатого световода по формуле

$$K_{\text{п.о}} = \tau_c \cdot \tau_d \cdot k_m \cdot K_{\text{п}} = 0,92 \cdot 0,8 \cdot 0,92 \cdot 0,645 = 0,44. \quad (\text{Б.1})$$

Б.1.5 По формуле (Б.2) находят значения $\varepsilon_{\text{св}}$ для разных точек помещения с учетом различных для каждой точки значений sin (θ/2):

$$\varepsilon_{\text{св}} = 0,44 \cdot \sin^2\left(\frac{\theta}{2}\right)\cdot 100. \quad (\text{Б.2})$$

Промежуточные результаты представлены в таблице Б.1.

Таблица Б.1 — Расчетные значения геометрического КЕО в каждой из исследуемых точек при различных углах θ

№ точки	a, м	$\theta_1 = a\,\text{tg}\frac{a+D/2}{h_{\text{ф}}}$, град	$\theta_2 = a\,\text{tg}\frac{a-D/2}{h_{\text{ф}}}$, град	θ/2, град	sin (θ/2)	$\sin^2$ (θ/2)	$\varepsilon_{\text{м}} = 0,44\cdot\sin^2\cdot(\theta/2)\cdot 100$, %
1	0	3,97	—	3,97	0,036	0,0048	0,21
2	0,75	19,148	11,768	3,69	0,064	0,0041	0,18

Окончание таблицы Б.1

№ точки	a, м	$\theta_1 = a\,\mathrm{tg}\frac{a + D/2}{h_ф}$, град	$\theta_2 = a\,\mathrm{tg}\frac{a - D/2}{h_ф}$, град	θ/2, град	sin (θ/2)	$\sin^2(\theta/2)$	$\varepsilon_м = 0{,}44\cdot\sin^2\cdot(\theta/2)\cdot 100$, %
3	1,5	32,005	25,920	3,04	0,053	0,0028	0,12
4	2,25	42,075	37,376	2,35	0,041	0,0016	0,07
5	3	49,733	46,169	1,78	0,031	0,00097	0,04
6	3,75	55,56	52,84	1,36	0,024	0,00056	0,025

Б.1.6 На следующем этапе находят суммарное значение $\varepsilon_{св}$ в каждой из указанных точек от четырех трубчатых световодов естественного света, расположенных согласно рисунку Б.2. Полученные значения равны, %:

0,21 + 0,042 + 0,042 + 0,025 = 0,32 (в точке 1); 0,183 + 0,074 + 0,074 + 0,025 = 0,356 (в точке 2); 0,124 + 0,124 + + 0,042 + 0,042 = 0,332 (в точке 3); 0,356 (в точке 4); 0,321 (в точке 5); 0,025 + 0,183 + 0,042 + 0,025 = 0,275 (в точке 6) и 0,275 (в точке 2′).

Б.1.7 Рассчитывают среднее значение геометрического КЕО $\varepsilon_{ср}$ по формуле

$$\varepsilon_{ср} = \sum_{i=1}^{7} \varepsilon_{св,i} / 7 = 0{,}319 \approx 0{,}32\ \%. \qquad (Б.3)$$

Б.1.8 Находят среднее значение КЕО $e_{ср}$ с учетом средневзвешенного коэффициента отражения пола, стен и потолка исследуемого помещения. По таблице А.17 приложения А СП 419.1325800.2018 при $h_ф/l_1 = 2{,}7/6 = 0{,}45$; $n = 1$ и $\rho_{ср} = 0{,}5$ $r_2 = 1{,}39$.

В результате получают среднее значение КЕО $e_{ср} = 0{,}32\cdot 1{,}39 \approx 0{,}445$ %.

Б.2 Порядок выполнения расчета КЕО в помещении при применении трубчатых световодов с рассеивателями, отличными от диффузных

Б.2.1 Порядок расчета КЕО от световодов с рассеивателями, отличными от диффузных, рассмотрен на примере административно-производственного помещения, имеющего высоту 2,80 м и размеры в плане 6 × 6 м. В нем расположены четыре световода естественного света диаметром 700 мм в соответствии с рисунком Б.3.

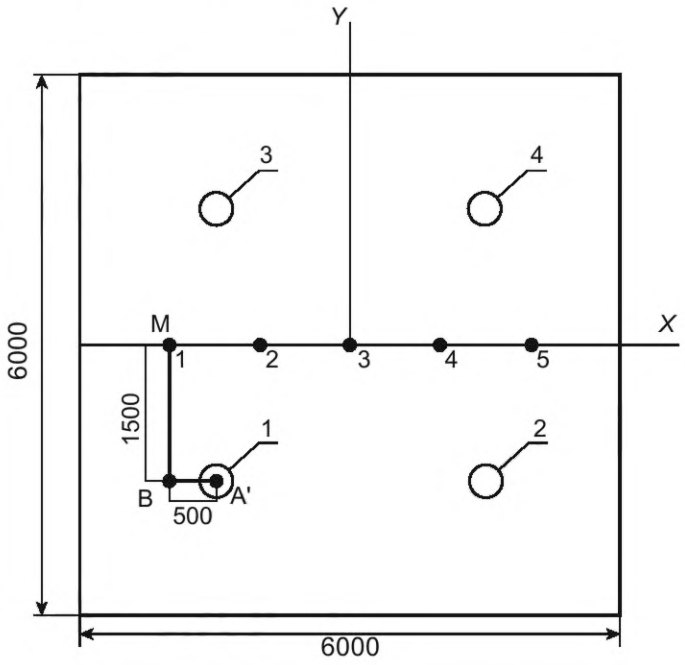


Рисунок Б.3 — Расположение световодов в помещении

Применяемые световоды имеют следующие характеристики:

r = 0,35 м — радиус цилиндрической световой шахты;

h = 4,5 м — высота световой шахты;

ρ = 0,92 — коэффициент направленного отражения стенок световой шахты;

τ_{11} = 0,89 — коэффициент светопропускания материала купола световода;

τ_{12} = 0,83 — коэффициент светопропускания материала рассеивателя выходного отверстия световода.

Б.2.2 Расчет геометрического КЕО выполняют в два этапа. На первом этапе определяют геометрический КЕО от одного световода $\varepsilon_{св}$. На втором этапе определяют КЕО от системы световодов $\sum\varepsilon_{св}$ в каждой из расчетных точек помещения.

Б.2.3 На первом этапе расчета значение геометрического КЕО от каждого световода $\varepsilon_{св}$ в расчетной точке помещения с учетом потерь света в заполнении световода определяют по формуле

$$\varepsilon_{св} = \frac{S_{вх} \cdot K_{п.о} \cdot \cos^3 \alpha \cdot 100}{\Omega_{вых} H^2} \cdot f(\alpha), \qquad (Б.4)$$

где $S_{вх}$ — площадь входного основания световода, м^2.

Для рассматриваемого примера площадь выходного отверстия световода равна $S_{вх} = 0{,}35^2 \cdot \pi = 0{,}385$.

Общий коэффициент передачи светового потока $K_{п.о}$ определяют по формуле

$$K_{п.о} = K_п \tau_{11} \tau_{12} = 0{,}433. \qquad (Б.5)$$

Коэффициент передачи светового потока каналом световода $K_п$ определяют по формуле

$$K_п = 0{,}25\left(\sqrt{\left(\frac{1}{\beta_ц}\right)^2 + 4} - \frac{1}{\beta_ц}\right)^2 + 6{,}8\delta\beta_0^2 \sum_{n=1}^{\infty} \rho^n \frac{50}{\left[1 + (2n\beta_0)^2\right]^2} = 0{,}587, \qquad (Б.6)$$

где $\beta_ц = \frac{r}{h} = 0{,}0778$; $\beta_0 = \frac{r}{\sqrt{h^2 + r^2}} = 0{,}0775$.

Коэффициент возрастания светопропускания δ светопроводного цилиндрического канала с учетом распределения яркости облачного неба МКО по ГОСТ Р 57260 будет равен:

$$\delta = 1 + 0{,}25\left(\cos\frac{\beta_ц \pi}{10}\right)^{2{,}5} = 1{,}25, \qquad (Б.7)$$

где α — угол между отрезком, соединяющим расчетную точку с центром выходного основания световода, и нормалью к этому основанию;

Таблица Б.2 — Коэффициенты пропускания световодов диаметром 550—1000 мм при различной длине светового канала

Диаметр световода, мм	Коэффициент пропускания светопроводного канала световода при различных значениях расстояний от входного отверстия $K_п$, м									
	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5
Коэффициент зеркального отражения внутреннего покрытия световода ρ = 0,92										
500	0,736	0,681	0,632	0,589	0,551	0,516	0,485	0,457	0,431	0,407
700	0,791	0,740	0,695	0,656	0,620	0,587	0,556	0,528	0,503	0,479
1000	0,858	0,817	0,780	0,745	0,713	0,683	0,656	0,630	0,606	0,583
Коэффициент зеркального отражения внутреннего покрытия световода ρ = 0,95										
500	0,818	0,773	0,731	0,694	0,659	0,628	0,598	0,571	0,546	0,522
700	0,878	0,840	0,805	0,773	0,743	0,715	0,689	0,664	0,641	0,619
1000	0,929	0,899	0,870	0,843	0,818	0,795	0,773	0,751	0,731	0,712
Коэффициент зеркального отражения внутреннего покрытия световода ρ = 0,98										
500	0,951	0,926	0,902	0,879	0,858	0,837	0,817	0,799	0,780	0,763
700	0,983	0,963	0,944	0,926	0,908	0,892	0,876	0,861	0,846	0,831
1000	1,010	0,994	0,979	0,965	0,951	0,938	0,926	0,913	0,902	0,890

$$\alpha = \text{arctg}\frac{d}{H} = 29,453; \quad (Б.8)$$

$$d = \sqrt{(MA')^2 + (MB)^2}, \quad (Б.9)$$

где H — превышение выходного основания световода над расчетной точкой, м.

Расстояния MA' и MB определяют по рисунку Б.3.

Для рассматриваемого примера H = 2,8 м, а условная рабочая поверхность располагается на уровне 0,8 м от пола;

$f(\alpha)$ — индикатриса рассеяния световода, приведенная на рисунке Б.4.

Б.2.4 Исходная индикатриса рассеяния (может быть взята из фотометрического файла световода формата .ies) для определения телесного угла $\Omega_{вых}$ для световода естественного света диаметром 700 мм приведена на рисунке Б.4.

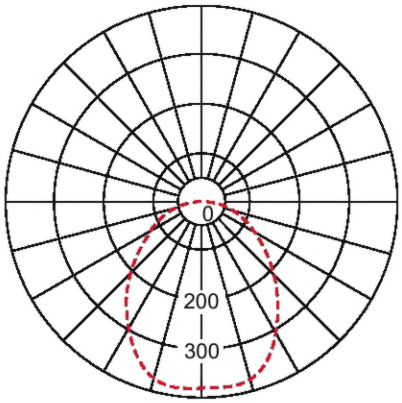


Рисунок Б.4 — Кривая силы света рассеивателя выходного отверстия световода диаметром 700 мм в полярных координатах

Б.2.5 Методом наименьших квадратов определяют степень m функции $f(\alpha) = \cos^m\alpha$, наиболее близко совпадающую с экспериментальной кривой силы света. В рассматриваемом случае m = 1,7.

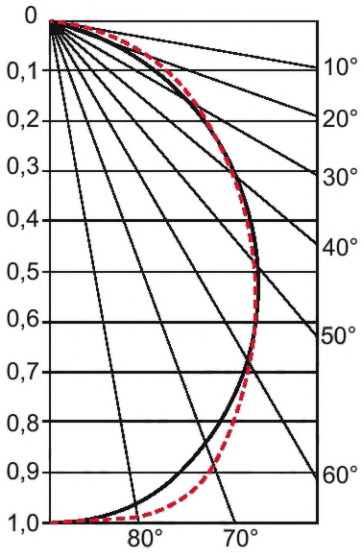


Рисунок Б.5 — Аппроксимация экспериментальной кривой функцией $f(\alpha) = \cos^{1,7}\alpha$

Б.2.6 Для определения эквивалентного телесного угла рассеивателя световода $\Omega_{вых}$ его светораспределение представляют в полярных координатах в виде кривой, построенной в пределах полуокружности единичного радиуса R.

Б.2.7 Проводят вокруг условной точки расположения источника А на рисунке Б.6 четверти окружности единичного радиуса до пересечения с фотометрической осью, направленной вниз, а с другой стороны располагают

прямоугольную систему координат *Z*, *f*(α). Начало этой системы помещают в точку пересечения окружности единичного радиуса с направлением α = 0, а ось 0*Z* совмещают с фотометрической осью.

Тогда координата *Z* и α будут связаны соотношением

$$Z = 1 - \cos\alpha, \tag{Б.10}$$

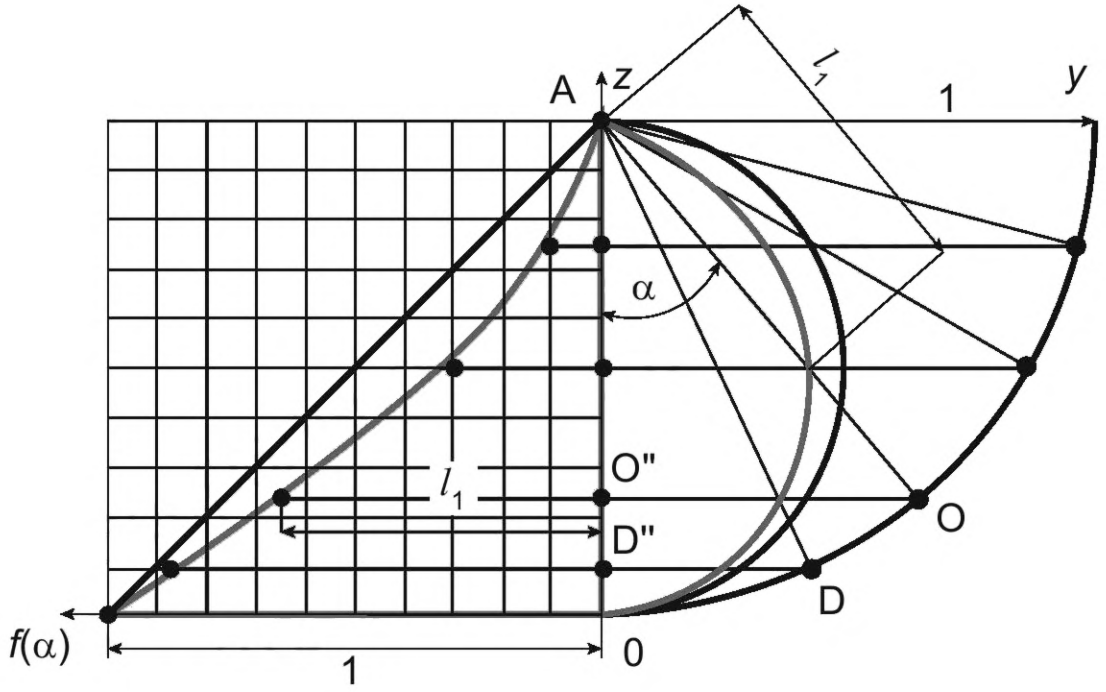
отсюда

$$\int_0^{\pi/2} f(\alpha)\sin\alpha d\alpha = \int_0^1 f(\alpha)dzf. \tag{Б.11}$$

Таким образом, построив индикатрису в координатах *Z*, *f*(α), откладывают по оси 0, *f*(α) значение относительной силы света, соответствующее каждому *Z*, что можно сделать графически, как показано на рисунке Б.6. Из центра координат проводят линии AO и AD до пересечения с окружностью. Эти точки переносятся горизонтальными прямыми на ось X (точки O″ и D″).

Далее определяют площадь, ограниченную этой кривой, осью 0*Z* и координатами, соответствующими углам α = 0 и α = π/2.

При этом эквивалентный телесный угол симметричного источника равен измеренной площади, умноженной на 2π.



Примечание — $\Omega_{вых} = 2\pi \cdot 0{,}39 = 2{,}45$.

Рисунок Б.6 — Определение эквивалентного телесного угла рассеивателя $\Omega_{вых}$ световода диаметром 700 мм

Б.2.8 Определяют значение КЕО световода № 1 в расчетной точке 1 данного помещения.

$$\varepsilon_{св_{1-1св}} = \frac{0{,}38 \cdot 0{,}43 \cdot \cos^3 29{,}45 \cdot 100}{2{,}45 \cdot 2{,}8^2} \cdot \cos^{1{,}7} 29{,}45 = 0{,}453. \tag{Б.12}$$

Повторяют вычисления $\varepsilon_{св}$ для расчетной точки 1 данного помещения для световодов № 2 ($\varepsilon_{св1—2св}$ = 0,074), № 3 ($\varepsilon_{св1—3св}$ = 0,453) и № 4 ($\varepsilon_{св1—4св}$ = 0,074).

Б.2.9 На втором этапе расчета находят суммарное значение геометрического КЕО ($\sum\varepsilon_{св}$ =1,054) от системы световодов в расчетной точке 1 помещения.

Повторяют вычисления и находят суммарное значение геометрического КЕО от системы световодов в расчетных точках 2 ($\sum\varepsilon_{св}$ =1,215), 3 ($\sum\varepsilon_{св}$ =1,196), 4 ($\sum\varepsilon_{св}$ =1,215) и 5 ($\sum\varepsilon_{св}$ =1,054) помещения.

Б.2.10 Определяют среднее значение геометрического КЕО $\varepsilon_{ср}$ от системы световодов на линии пересечения УРП и плоскости характерного вертикального разреза помещения, определяемое из соотношения

$$\varepsilon_{ср} = \frac{\sum \varepsilon_{св1} + \sum \varepsilon_{св2} + \sum \varepsilon_{св3} + \sum \varepsilon_{св4} + \ldots + \sum \varepsilon_{свN}}{N}, \quad (Б.13)$$

где N — число расчетных точек;

$\sum\varepsilon_{св1}, \sum\varepsilon_{св2}, \sum\varepsilon_{св3}, \sum\varepsilon_{св4}, \ldots, \sum\varepsilon_{свN}$ — значения геометрического КЕО в расчетных точках от системы световодов в расчетных точках 1, 2,..., N;

$$\varepsilon_{ср} = \frac{1{,}054 + 1{,}215 + 1{,}196 + 1{,}215 + 1{,}054}{5} = 1{,}147.$$

Б.2.11 Определяют среднее значение КЕО $e_{ср}$.

В данном примере принимают, что здание располагается в административном районе, относящемся к группе I по ресурсам светового климата. Согласно таблице 5.1 СП 52.13330.2016 коэффициент светового климата C_N = 1,0.

Коэффициент r_2, учитывающий отражение света от поверхности помещений при верхнем освещении, согласно таблице А.17 СП 419.1325800.2018 равен 1,40.

Коэффициент эксплуатации естественного освещения *MF* согласно таблице 4.3 СП 52.13330.2016 равен 0,67.

Б.2.12 Результаты расчета сведены в таблицу Б.3.

Таблица Б.3 — Расчетное значение КЕО в помещении

Расчетная точка	Суммарное значение геометрического КЕО от всех световодов $\sum\varepsilon_{св}$	Среднее значение геометрического КЕО от всех световодов $\varepsilon_{ср}$	Расчетное значение КЕО при верхнем освещении всеми световодами $e_р^в$, %	Среднее значение КЕО, % $e_{ср} = \frac{1}{N-1}\left(\frac{e_1 + e_N}{2} + \sum_{i-2}^{N-1} e_i\right)$
№ 1	1,054	1,147	1,014	1,09
№ 2	1,215		1,121	
№ 3	1,196		1,109	
№ 4	1,215		1,121	
№ 5	1,054		1,014	

Б.2.13 Возможность применения в данном помещении световодов диаметром менее 400 мм рассматривают в такой последовательности.

Коэффициенты пропускания определяют по формулам (Б.5), (Б.6) и по таблице Б.4 в зависимости от длины светового канала.

Таблица Б.4 — Коэффициенты пропускания $K_п$ световодов диаметром 250—500 мм при различной длине светового канала

Диаметр световода, мм	Коэффициент пропускания световода при различных значениях расстояний от входного отверстия, м									
	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5
Коэффициент зеркального отражения внутреннего покрытия световода ρ = 0,92										
250	0,523	0,457	0,402	0,357	0,319	0,289	0,259	0,235	0,214	0,196
400	0,656	0,595	0,542	0,496	0,457	0,421	0,390	0,362	0,337	0,315
550	0,736	0,681	0,632	0,589	0,551	0,516	0,485	0,457	0,431	0,407
Коэффициент зеркального отражения внутреннего покрытия световода ρ = 0,95										
250	0,659	0,598	0,546	0,501	0,461	0,426	0,394	0,366	0,341	0,319
400	0,773	0,722	0,676	0,635	0,598	0,565	0,534	0,506	0,480	0,456
550	0,836	0,793	0,753	0,717	0,684	0,653	0,625	0,598	0,574	0,551
Коэффициент зеркального отражения внутреннего покрытия световода ρ = 0,98										
250	0,858	0,817	0,780	0,746	0,714	0,684	0,655	0,629	0,604	0,580
400	0,926	0,896	0,868	0,842	0,817	0,794	0,772	0,750	0,730	0,710
550	0,961	0,937	0,915	0,893	0,873	0,854	0,835	0,817	0,800	0,784

Для длины световой шахты, равной 4,5 м, и коэффициента зеркального отражения стенок световой шахты ρ, равного 0,92, находят коэффициент передачи светового потока каналом световода $K_п$ = 0,421.

В таком случае общий коэффициент передачи светового потока $K_{п.о}$ световодом диаметром 400 мм составит:

$$K_{п.о} = K_п\tau_{11}\tau_{12} = 0{,}421 \cdot 0{,}89 \cdot 0{,}83 = 0{,}311. \quad (Б.14)$$

Б.2.14 Исходная индикатриса рассеяния (может быть взята из фотометрического файла на световод в формате .ies) для определения телесного угла $\Omega_{вых}$ для световода естественного света диаметром 400 мм приведена на рисунке Б.7.

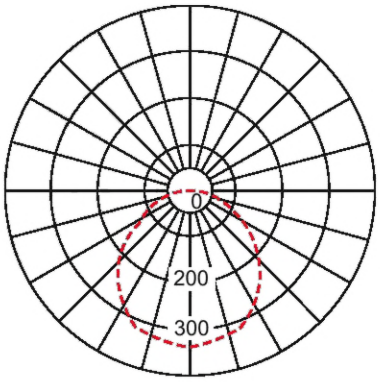


Рисунок Б.7 — Внешний вид, кривая силы света в полярных координатах световода естественного света диаметром 400 мм

Б.2.15 Методом наименьших квадратов определяют степень m функции $f(\alpha) = \cos^m\alpha$, наиболее близко совпадающую с экспериментальной кривой силы света для световода диаметром 400 мм. В рассматриваемом случае m = 1,3.

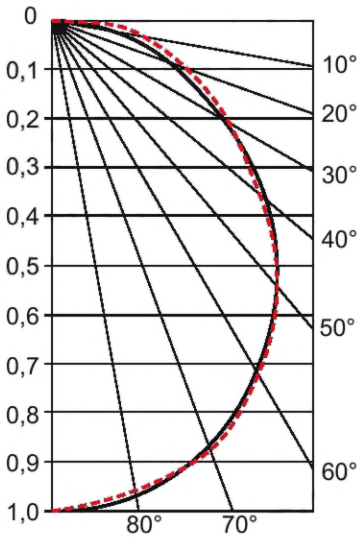
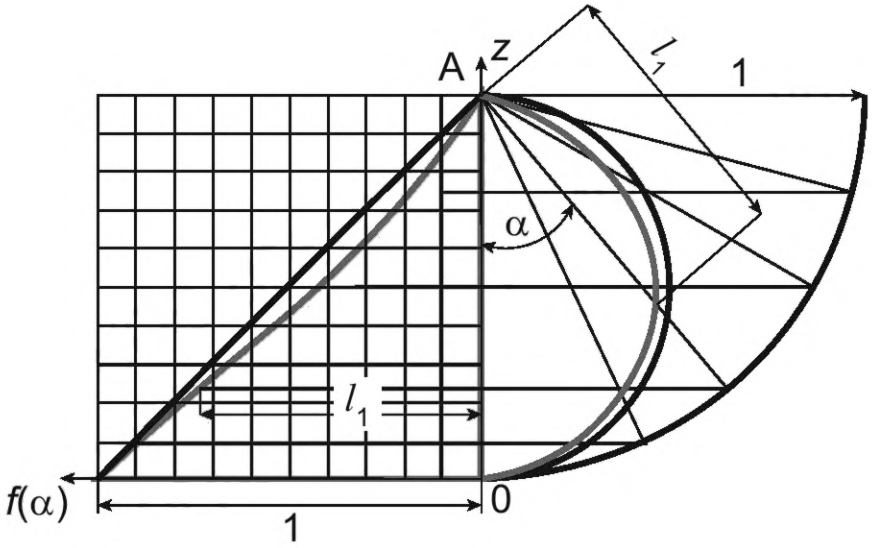


Рисунок Б.8 — Аппроксимация экспериментальной кривой функцией $f(\alpha) = \cos^{1,3}\alpha$

Б.2.16 По аналогии с ранее приведенным расчетом $\Omega_{вых}$ для световода большего диаметра строят индикатрису для световода диаметром 400 мм в координатах Z, $f(\alpha)$, откладывая при этом по оси 0, $f(\alpha)$ значение относительной силы света, соответствующее каждому Z, как показано на рисунке Б.9, и определяют площадь, ограниченную этой кривой, осью 0Z и координатами, соответствующими углам $\alpha = 0$ и $\alpha = \pi/2$.



Примечание — $\Omega_{вых} = 2\pi \cdot 0,45 = 2,82$.

Рисунок Б.9 — Определение эквивалентного телесного угла рассеивателя $\Omega_{вых}$ световода диаметром 400 мм

Б.2.17 Вычисляют значение КЕО для световода № 1 диаметром 400 мм в расчетной точке 1 данного помещения по формуле

$$\varepsilon_{св1–1св} = \frac{0,1256 \cdot 0,311 \cdot \cos^3 29,45 \cdot 100}{2,82 \cdot 2,8^2} \cdot \cos^{1,3} 29,45 = 0,098. \quad (Б.15)$$

Повторяют вычисления $\varepsilon_{св}$ для расчетной точки 1 данного помещения для световодов диаметром 400 мм: № 2 ($\varepsilon_{св1—2св} = 0,020$), № 3($\varepsilon_{св1—3св} = 0,098$) и № 4 ($\varepsilon_{св1—4св} = 0,020$).

Б.2.18 Находят суммарное значение геометрического КЕО от системы световодов в расчетной точке 1 помещения:

$$\sum\varepsilon_{св(1св,\ 2св,\ 3св,\ 4св)} = 0,098 + 0,020 + 0,098 + 0,02 = 0,236.$$

Повторяют вычисления и находят суммарное значение геометрического КЕО от системы световодов в расчетных точках 2 ($\sum\varepsilon_{св} = 0,288$), 3 ($\sum\varepsilon_{св} = 0,296$), 4 ($\sum\varepsilon_{св} = 0,288$) и 5 ($\sum\varepsilon_{св} = 0,236$) исследуемого помещения.

Б.2.19 Определяют среднее значение геометрического КЕО $\varepsilon_{св}$ от системы световодов на линии пересечения УРП и плоскости характерного вертикального разреза помещения, определяемое из соотношения

$$\varepsilon_{ср} = \frac{\sum\varepsilon_{св1} + \sum\varepsilon_{св2} + \sum\varepsilon_{св3} + \sum\varepsilon_{св4} + \ldots + \sum\varepsilon_{свN}}{N}, \quad (Б.16)$$

где N — число расчетных точек;

$\sum\varepsilon_{св1}$, $\sum\varepsilon_{св2}$, $\sum\varepsilon_{св3}$, $\sum\varepsilon_{св4}$, $\sum\varepsilon_{свN}$ — значения геометрического КЕО в расчетных точках от системы световодов в расчетных точках 1, 2,…, N;

$$\varepsilon_{ср} = \frac{0,236 + 0,288 + 0,296 + 0,288 + 0,236}{5} = 0,269.$$

Б.2.20 Определяют среднее значение КЕО $e_{ср}$.

Принимают, что здание располагается в административном районе, относящемся к группе I по ресурсам светового климата. Согласно таблице 5.1 СП 52.13330.2016 коэффициент светового климата $C_N = 1,0$.

Коэффициент r_2, учитывающий отражение света от поверхности помещений при верхнем освещении, согласно таблице А.17 СП 419.1325800.2018 равен 1,40.

Коэффициент эксплуатации естественного освещения *MF* согласно таблице 4.3 СП 52.13330.2016 равен 0,67.

Результаты расчета сведены в таблицу Б.5.

Таблица Б.5 — Коэффициенты пропускания $K_п$ световодов диаметром 400 мм при различной длине светового канала

Расчетная точка	Суммарное значение геометрического КЕО от всех световодов $\sum\varepsilon_{св}$	Среднее значение геометрического КЕО от всех световодов $\varepsilon_{ср}$	Расчетное значение КЕО при верхнем освещении всеми световодами $e_р^в$, %	Среднее значение КЕО, % $e_{ср} = \frac{1}{N-1}\left(\frac{e_1 + e_N}{2} + \sum_{i-2}^{N-1} e_i\right)$
№ 1	0,236	0,269	0,230	0,260
№ 2	0,288		0,265	
№ 3	0,296		0,270	
№ 4	0,288		0,265	
№ 5	0,236		0,230	

Библиография

[1] СанПиН 1.2.3685-21 Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания

УДК 721:535.241.46:006.354

ОКС 91.040
91.160.01

Ключевые слова: световоды трубчатые естественного света, коэффициент естественной освещенности (КЕО), световой канал, концентратор, диффузор

Редактор *Л.В. Коретникова*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *Л.С. Лысенко*
Компьютерная верстка *Е.О. Асташина*

Сдано в набор 28.06.2025. Подписано в печать 04.07.2025. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 3,26. Уч.-изд. л. 2,64.

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