

*ПРИЛОЖЕНИЕ Б*  
*(справочное)*

**МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ КЕО**

Геометрический коэффициент естественной освещенности  $\varepsilon$ , %, является отношением естественной освещенности, создаваемой в рассматриваемой точке заданной плоскости внутри помещения светом, прошедшим через незаполненный световой проем и исходящим непосредственно от равномерно яркого неба без учета светового потока, отраженного от внутренних поверхностей помещения, к одновременному значению наружной горизонтальной освещенности под полностью открытым небосводом, при этом участие прямого солнечного света в создании той или другой освещенности исключается.

В инженерной практике расчетов естественного освещения геометрические КЕО определяются с помощью графиков А. М. Данилюка (модифицированных в НИИСФ), представленных на рисунках Б.1–Б.3, с использованием поперечного разреза помещения с боковым светом (график I) и его плана (график II) или поперечного разреза помещения с верхним светом (график III) и его продольного разреза (график IV).

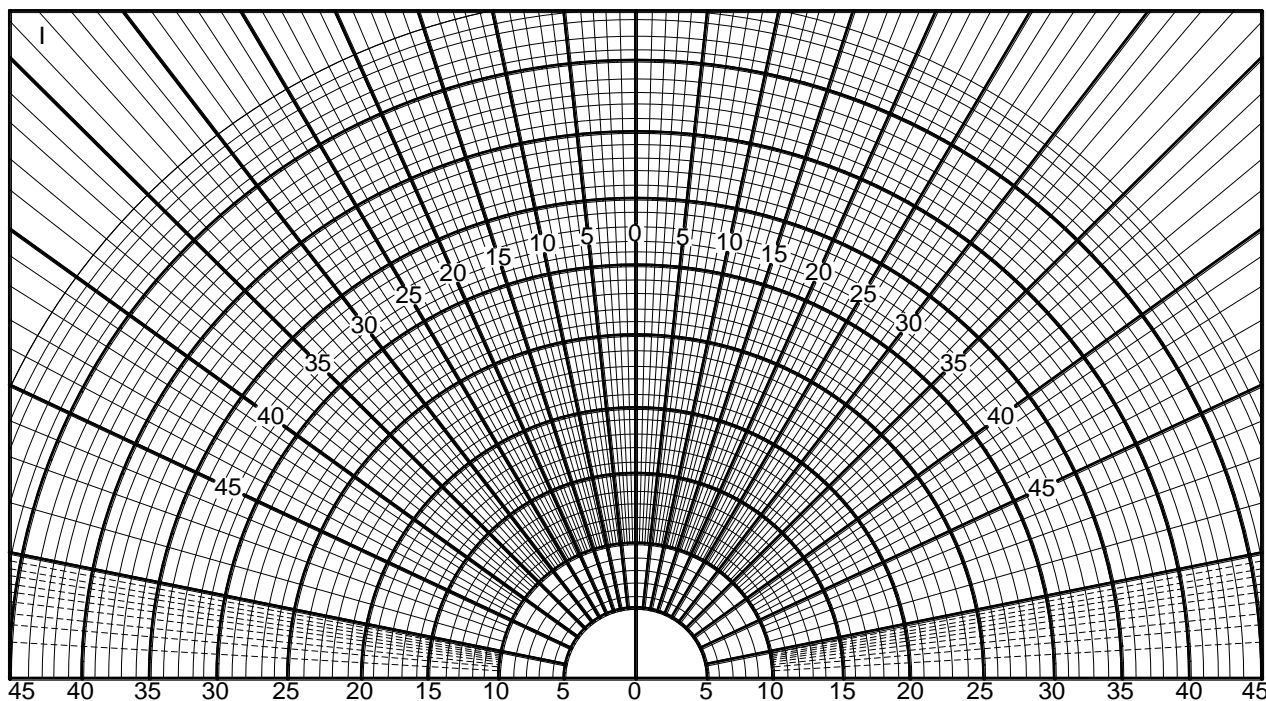


Рисунок Б.1 – График I Данилюка для подсчета количества лучей  $n_1$  и  $n'_1$ , проходящих через световой проем на характерном поперечном разрезе помещения при боковом освещении (цифры на лучах обозначают их количество от нулевого центрального, на нижней горизонтальной линии – номера полуокружностей; штриховыми линиями обозначены десятые доли пятидесятого луча)

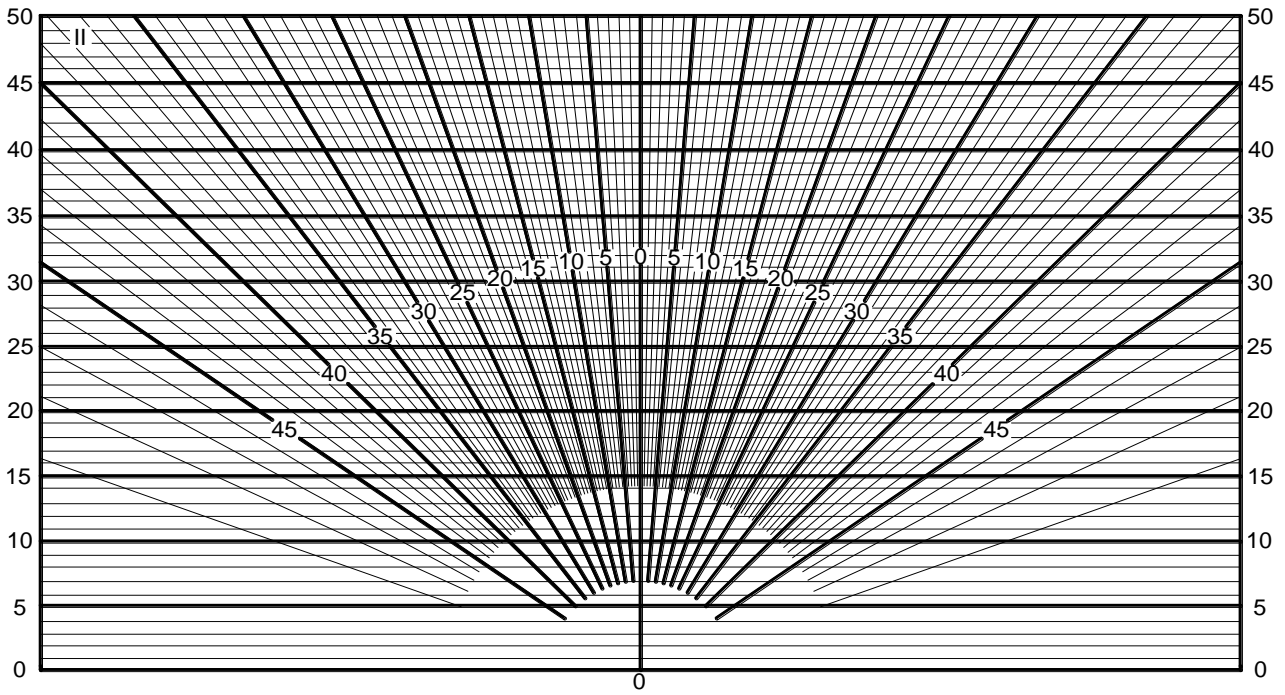


Рисунок Б.2 – График II Данилюка для подсчета количества лучей  $n_2$  и  $n'_2$ , проходящих через световой проем на плане (при боковом освещении) или на продольном разрезе (при верхнем освещении) помещения (цифры на лучах обозначают их количество от нулевого центрального, на левом и правом краях графика – номера горизонталей)

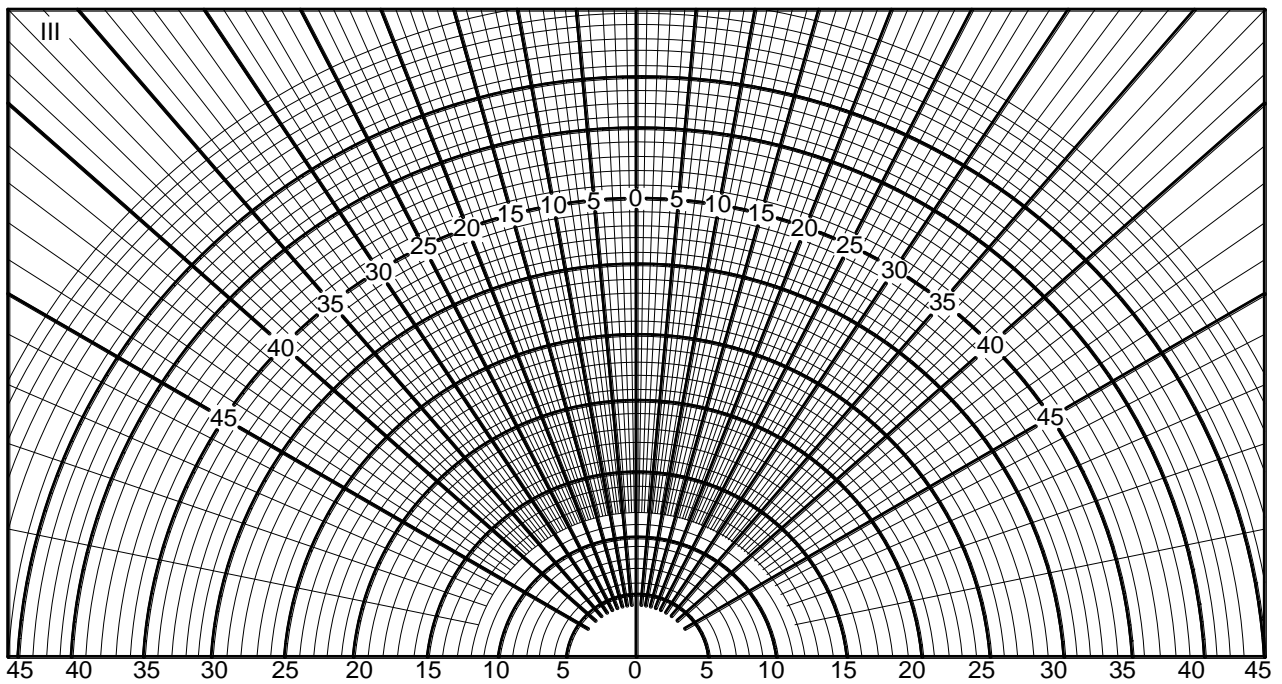


Рисунок Б.3 – График III Данилюка для подсчета количества лучей  $n_3$ , проходящих через световые проемы на поперечном разрезе помещения при верхнем освещении (цифры на лучах обозначают их количество от нулевого центрального, на нижней горизонтальной линии – номера полуокружностей)

Эти графики, построенные на основе светотехнического закона проекции телесного угла, позволяют способом подсчета числа лучей, прошедших через светопроемы, определить значения геометрических КЕО при боковом и верхнем освещении помещений. При боковом освещении представляется возможность учета составляющих света, прошедшего непосредственно от небосвода и отраженного от фасада противостоящего здания.

Для подсчета количества лучей, проходящих через световые проемы в расчетные точки помещения на сомасштабных изображениях характерных разрезов и плана, требуется исполнение графиков или схем помещения на прозрачной кальке. Точность подсчета количества лучей зависит от масштаба изображения схем помещения и обычно обеспечивается при масштабах схем 1:50, 1:100, 1:200 в зависимости от их размеров и размеров сомасштабных графиков. Удобными для работы являются графики I–III, приведенные в СНиП II-4-79, или увеличенного размера.

Геометрический КЕО, учитывающий прямой свет от неба, в расчетной точке помещения при боковом освещении определяется по формуле

$$\varepsilon_6 = 0,01(n_1 n_2), \quad (\text{Б.1})$$

где  $n_1$  – количество лучей по графику I, проходящих от неба через световые проемы в расчетную точку на поперечном разрезе помещения;

$n_2$  – количество лучей по графику II, проходящих от неба через световые проемы в расчетную точку на плане помещения.

Геометрический КЕО, учитывающий свет, отраженный от противостоящего здания  $\varepsilon_{зд}$  при боковом освещении, определяется по формуле

$$\varepsilon_{зд} = 0,01(n'_1 n'_2), \quad (\text{Б.2})$$

где  $n'_1$  – количество лучей по графику I, проходящих от противостоящего здания через световые проемы в расчетную точку на поперечном разрезе помещения;

$n'_2$  – количество лучей по графику II, проходящих от противостоящего здания через световые проемы в расчетную точку на плане.

Схемы поперечного разреза и плана помещения с учетом ситуации расположения экранирующего свет противостоящего здания приведены на рисунках Б.4 и Б.5.

Подсчет количества лучей  $n_1$  и  $n_2$  по графикам I и II производится в следующем порядке:

а) график I накладывается на чертеж поперечного разреза помещения, центр графика O совмещается с расчетной точкой М (в количестве не менее пяти на УРП), а нижняя линия (база) графика – со следом УРП;

б) подсчитывается количество лучей  $n_1$ , проходящих через световые проемы;

в) отмечается номер полуокружности  $N_C$  на графике I, проходящий через точку С – середину светового проема при отсутствии затеняющего свет противостоящего здания или точку пересечения линии светового проема и среднего луча участка небосвода, видимого из расчетной точки, при частичном затенении светового проема противостоящим зданием;

г) график II накладывается на план помещения таким образом, чтобы его вертикальная ось совпадала со следом поперечного разреза 1-1, а линия, параллельная основанию графика, номер которой соответствует номеру полуокружности  $N_C$  по графику I, проходила по линии продольной оси проема, на которой расположена точка С, отмеченная на поперечном разрезе;

д) подсчитывается количество лучей  $n_2$  по графику II, проходящих через световые проемы;

е) определяется геометрический КЕО по формуле (Б.1).

Подсчет количества лучей, отраженных от противостоящего здания  $n'_1$  и  $n'_2$  и проходящих через световые проемы с учетом положения характерных участков затенения и центров светопроемов, производится по графикам I и II аналогично.

## ПОПЕРЕЧНЫЙ РАЗРЕЗ 1-1

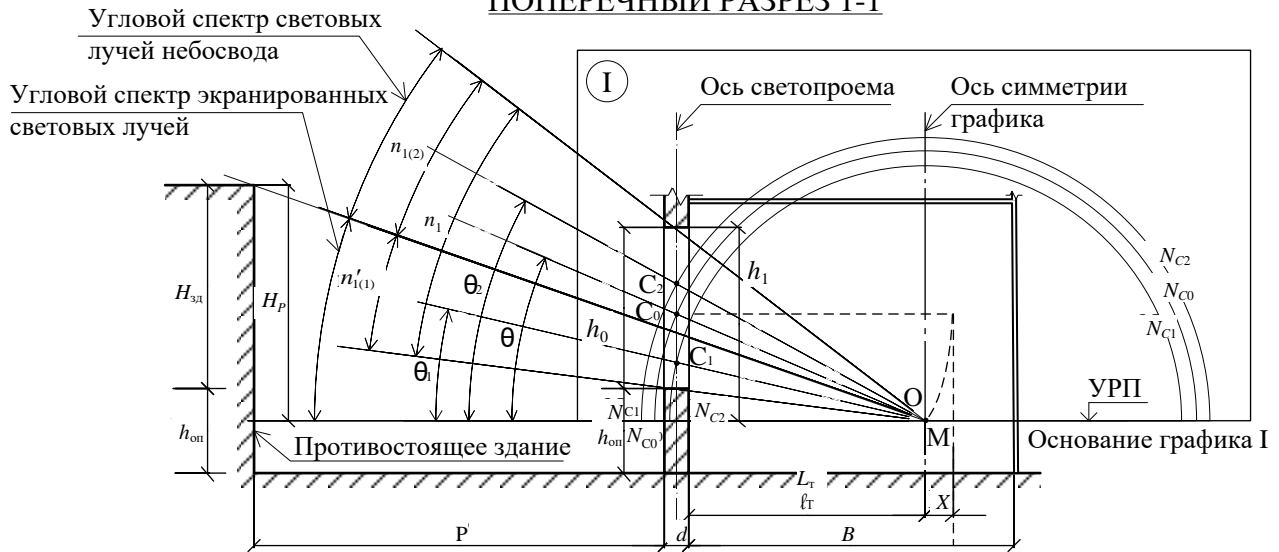


Рисунок Б.4 – Определение по графику I количества лучей  $n_1, n_{1(2)}, n'_{1(1)}$ , проходящих через боковой светопроем в расчетную точку M помещения:

$n_1$  – при отсутствии противостоящего здания и в угловом спектре лучей небосвода, не экранированного зданием (центр проема  $C_0$ );  $n_{1(2)}$  – в пределах углового спектра лучей, расположенного выше противостоящего здания (центр проема  $C_2$ );  $n'_{1(1)}$  – в пределах углового спектра экранированных световых лучей (центр проема  $C_1$ ).  
 Расчетная точка M и полюс O графика совмещены

## ПЛАН

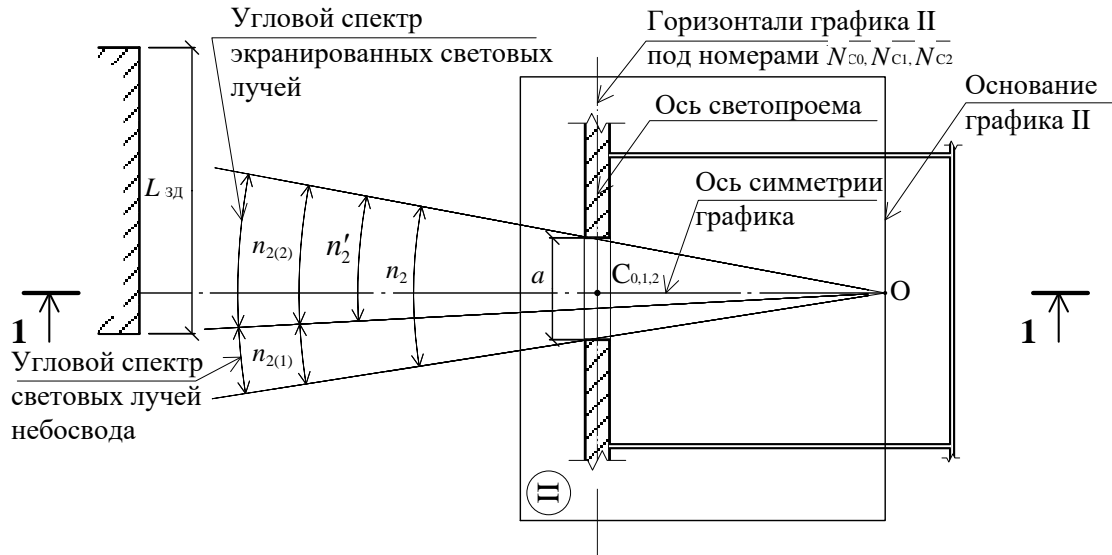


Рисунок Б.5 – Определение по графику II количества лучей  $n_2, n_{2(1)}, n_{2(2)}$  и  $n'_2$ , проходящих через боковой светопроем в расчетную точку M помещения:

$n_2$  – при отсутствии противостоящего здания (центр проема  $C_0$ );  $n_{2(1)}$  – в пределах углового спектра лучей, не экранированных зданием (центр проема  $C_0$ );  $n_{2(2)}$  – в пределах углового спектра лучей, расположенного выше противостоящего здания (центр проема  $C_2$ );  $n'_2$  – в пределах углового спектра лучей, экранированных зданием (центр проема  $C_1$ ).

Совмещены с осью светопроема горизонталы графика II, соответствующие номерам  $N_{C_0}, N_{C_1}, N_{C_2}$ , полуокружностей графика I, прошедших через центры  $C_0, C_1$  и  $C_2$  проема на характерных участках небосвода, а не через полюс графика O с точкой M, находящейся на расстоянии X от полюса

Для приведенных на рисунках Б.4 и Б.5 характерным участком свободного прохождения света в расчетную точку М помещения является участок небосвода, находящийся слева от противостоящего здания, характеризуемый центром светового проема  $C_0$ , и проходящими в расчетную точку лучами в количестве  $n_1$  и  $n_{2(1)}$ , для которой геометрический КЕО определяется в виде

$$\varepsilon_{61} = 0,01(n_1 n_{2(1)}).$$

Участок свободного прохождения света в точку М помещения над противостоящим зданием с положением расчетного центра светового проема  $C_2$  характеризуется прохождением световых лучей в количестве  $n_{1(2)}$  и  $n_{2(2)}$ ; геометрический КЕО определяется по формуле

$$\varepsilon_{62} = 0,01(n_{1(2)} n_{2(2)}).$$

Спектр экранированных зданием световых лучей, проходящих в точку М через световой проем с центром  $C_1$ , характеризуется количеством лучей  $n'_{1(1)}$  и  $n'_{2(2)}$ , для которой геометрический КЕО представляется в форме

$$\varepsilon_{зд} = 0,01(n'_{1(1)} n'_{2(2)}).$$

Суммарные значения КЕО определяются отдельно для условий свободного или экранированного прохождения света в каждую расчетную точку помещения. Для одинаковых световых проемов по высоте, имеющих одинаковые положения центра проема, геометрический КЕО определяется суммированием количества лучей  $n_2$  при одинаковом количестве лучей  $n_1$ . При двухэтажном расположении световых проемов или проемов с различным положением центров  $C$  геометрический КЕО определяется отдельно для каждого их положения с последующим суммированием их значений, поскольку разное положение центров светопроемов определяет разное количество лучей  $n_1$  и  $n_2$ .

Аналогичным образом определяются значения геометрического КЕО экранированного света.

Геометрический КЕО в расчетной точке помещения при верхнем освещении  $\varepsilon_в$  определяется по формуле

$$\varepsilon_в = 0,01(n_3 n_2), \tag{Б.3}$$

где  $n_3$ ,  $n_2$  – количество лучей по графикам III, II, проходящих от неба в расчетную точку через световые проемы соответственно на поперечном и продольном разрезах помещения;

В случае нескольких световых проемов  $n_3$  и  $n_2$  определяются отдельно для каждого проема с последующим суммированием значений КЕО.

Схемы поперечного и продольного разрезов помещения, соответствующие случаю освещения помещения через светоаэрационный фонарь, расположенный на покрытии здания, с определением количества лучей  $n_3$  и  $n_2$  приведены на рисунках Б.6 и Б.7.

Подсчет количества лучей по графикам III и II производится в следующем порядке:

а) график III накладывается на чертеж поперечного разреза помещения, центр графика O совмещается с расчетной точкой М, а нижняя линия (база) графика III – со следом рабочей поверхности;

б) подсчитывается количество лучей  $n_3$ , проходящих от неба в расчетную точку М через световые проемы;

в) отмечается номер полуокружности графика III, которая проходит через точку  $C_ф$  – середину светового проема;

г) график II накладывается на чертеж продольного разреза помещения таким образом, чтобы его вертикальная ось совпадала со следом плоскости характерного разреза, а горизонталь, номер которой соответствует номеру полуокружности по графику III, проходила по линии продольной оси проема, где расположена точка  $C_ф$ , отмеченная на поперечном разрезе;

д) подсчитывается количество лучей  $n_2$  по графику II, проходящих от неба через световые проемы;

е) определяется геометрический коэффициент естественной освещенности по формуле Б.2.

### ПОПЕРЕЧНЫЙ РАЗРЕЗ

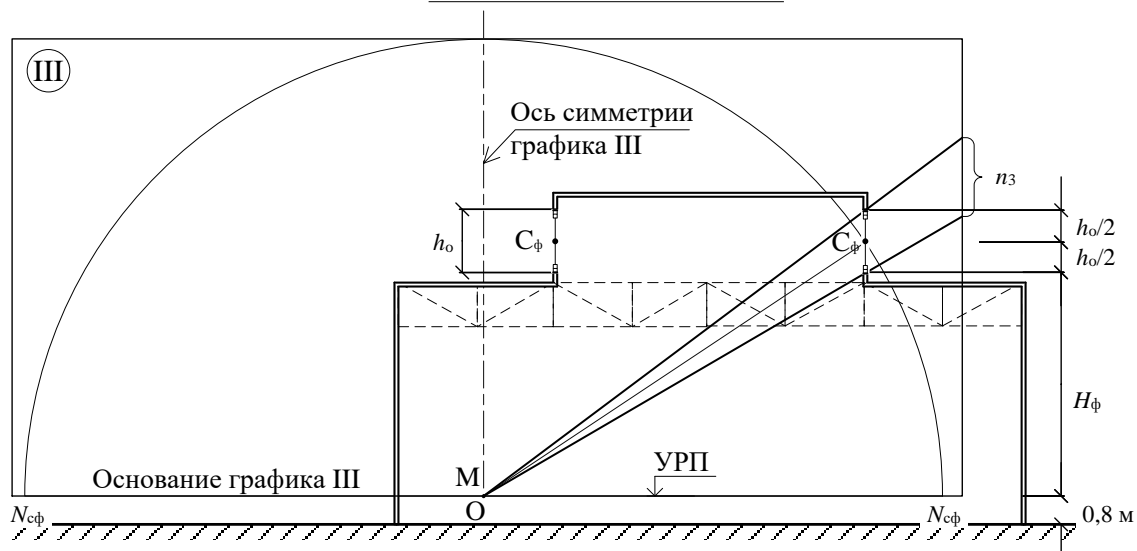


Рисунок Б.6 – Определение по графику III на поперечном разрезе помещения количества лучей  $n_3$ , проходящих через светопроемы верхнего света в расчетную точку М

### ПРОДОЛЬНЫЙ РАЗРЕЗ

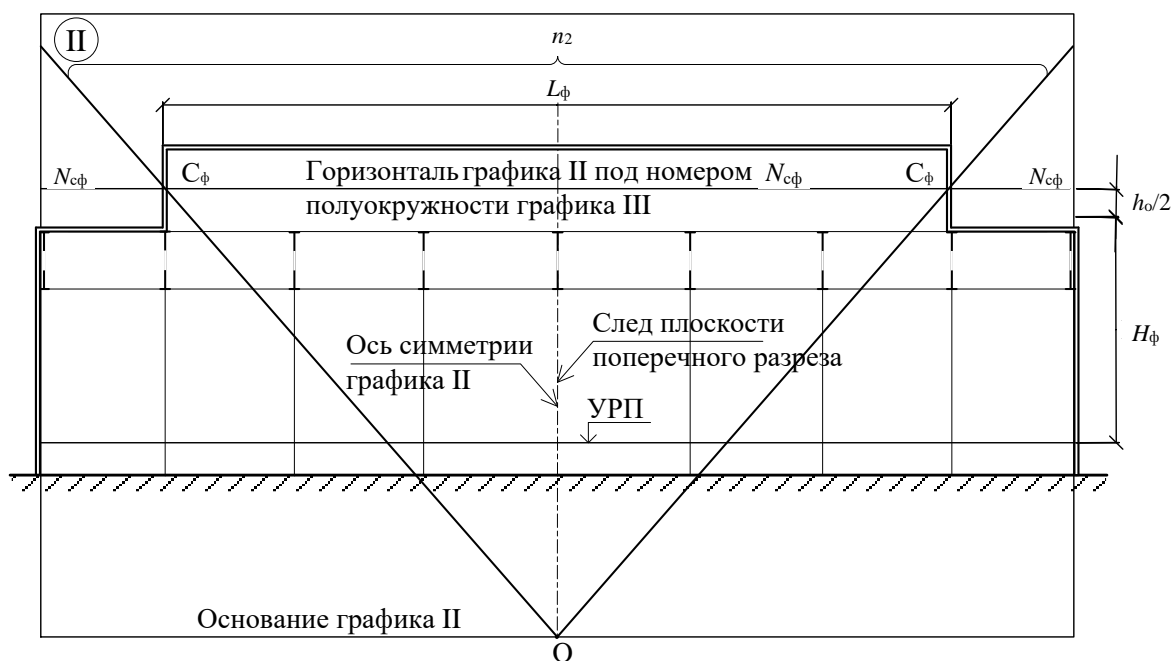


Рисунок Б.7 – Определение по графику II на продольном разрезе помещения количества лучей  $n_2$ , проходящих через светопроемы верхнего света (светоаэрационные фонари) в расчетную точку М

В расчетной практике [7, 8] определения КЕО при верхнем освещении через светоаэрационные фонари вместо графика III используется график I, как это было до введения СНиП II-A.8-72.

**ПРИЛОЖЕНИЕ В**  
(рекомендуемое)

**НОМЕНКЛАТУРА СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ**

Для устройства бокового, верхнего и комбинированного естественного освещения следует, как правило, применять типовые конструкции окон и фонарей, рекомендуемая номенклатура которых приведена в таблицах В.1–В.3.

*Таблица В.1 – Номенклатура окон производственных зданий*

Номер типовой серии окон	Размеры светового проема, м		Вид светопропускающего заполнения
	высота	ширина	
1.436.2-15. Окна с переплетами из спаренных прямоугольных стальных труб и механизмы открывания	0,6; 1,2; 1,8; 2,4	1,8; 2; 2,4; 3; 4,8; 6	1 Одинарное остекление. 2 Двухслойные стеклопакеты
1.436.2-17. Окна с переплетами из одинарных прямоугольных стальных труб и механизмы открывания	0,6; 1,2; 1,8; 2,4	1,8; 2,4; 3; 4,8; 6	1 Одинарное остекление. 2 Двойное остекление в отдельных переплетах. 3 Двухслойные стеклопакеты
1.436.3-16. Окна с переплетами из гнутых профилей, изготавливаемых из тонколистовой стали, и механизмы открывания	1,2; 1,8; 2,4	1,8; 2; 2,4; 3	1 Одинарное остекление. 2 Двойное остекление в отдельных переплетах
1.436-10. Окна алюминиевые для производственных зданий с применением легких металлических конструкций	1,2; 1,8; 2,4; 3	2; 3	1 Одинарное остекление. 2 Двойное остекление в спаренных переплетах. 3 Двухслойные стеклопакеты
ГОСТ 12506-81. Окна деревянные для производственных зданий	1,2; 1,8	1,8; 2,4; 3	1 Одинарное остекление. 2 Двойное остекление в спаренных переплетах

*Таблица В.2 – Номенклатура светоаэрационных фонарей производственных зданий*

Номер типовой серии светоаэрационного фонаря	Размеры светового проема, м		Вид светопропускающего заполнения
	высота	ширина	
1.464-11/82. Светоаэрационные прямоугольные фонари с одним ярусом переплетов	1,75	6; 12	Одинарное остекление
1.464-13/82. Светоаэрационные прямоугольные фонари с двумя ярусами переплетов	2×1,25	12	Одинарное остекление

*Таблица В.3 – Номенклатура зенитных фонарей производственных зданий*

Номер типовой серии зенитного фонаря	Профиль фонаря	Размер светового проема, м	Вид заполнения светового проема фонаря	
			Материал	Переплет
1.464-1	Криволинейный	1,2×1,4; 1,4×6	Двухслойный элемент из органического стекла	Глухой
1.464-15	Криволинейный	1,1×1,1; 1,5×1,7; 2,6×2,6; 1,5×6		Глухой открывающийся
1.464-10	Односкатный	1,0×1,5	Стеклопакет двухслойный	Открывающийся
	Двухскатный	3,0×3,0	Стеклопакет двухслойный	Открывающийся
	Односкатный	1,5×1,5; 1,5×3,0; 1,5×6,0	Профильное стекло, швеллерное, двухслойное	Глухой
1.464.2-14	Односкатный	1,5×1,7	Стеклопакет двухслойный	Открывающийся
1.464.2-17	Двухскатный	2,7×2,7		Глухой
1.464.2-18	Двухскатный	2,9×5,9		Глухой
1.464.2-21	Односкатный	1,5×1,7		Стеклопакет трехслойный

Кроме указанных в таблице В.3, разработаны и другие серийные зенитные фонари и фонари, изготавливаемые по рабочей документации со светопропускающими материалами из стекла листового, стеклопакетов клееных одно- и двухкамерных, с куполами из органического стекла, двухслойные, из панелей сотовых из поликарбоната, профилированных и волнистых листов из поливинилхлорида [5].

ПРИЛОЖЕНИЕ Г  
(рекомендуемое)

ПРИМЕРЫ РАСЧЕТОВ КЕО

**Пример № 1.** Требуется определить систему естественного освещения операционного зала реконструируемого здания пригородного железнодорожного вокзала с надстройкой третьего этажа, обеспечивающую нормируемые параметры КЕО в помещении.

Исходные данные. Естественное освещение существующего помещения – одностороннее боковое через три светопроема размерами 1,8×2,1 м каждый с их ориентацией на север-восток. Проникающий в помещение свет небосвода частично экранирован противостоящим зданием. Местоположение объекта – Минская область.

Основные размеры помещения до его реконструкции, м: глубина – 18; ширина – 18; высота до низа покрытия – 6,3; высота низа светопроемов над уровнем пола – 3,3.

Порядок расчета. По таблице В.1 [4]  $e_n = 1,0 \%$  при боковом естественном освещении операционного зала. По таблице А.1 пособия коэффициент светового климата  $m$  для Минской области равен единице. Нормированное значение КЕО при боковом освещении

$$e_N = e_n m = 1 \cdot 1 = 1 \%$$

Ориентировочно определим соответствие фактических условий естественного освещения помещения нормативным сопоставлением нормированного значения КЕО и его минимального значения в наиболее удаленной от светопроема точке характерного разреза зала с использованием графика рисунка 3.

При УРП, равном 0,8 м от уровня пола, высоте верха светопроемов над УРП  $h_{01} = 4,3$  м, глубине помещения  $d_n = 18$  м, процентном отношении площади светопроема  $S_0$  к площади пола помещения  $S_n$

$$100 S_0 / S_n = 100 \cdot 11,3 / 252 = 4,5 \%$$

Минимальное значение КЕО в наиболее удаленной точке помещения составляет менее 0,5 %, что существенно ниже его нормированного значения.

Исходя из конструктивных особенностей объекта реконструкции, дополнительное естественное освещение помещения возможно с организацией комбинированной системы освещения.

По таблице 8.1 [4] при комбинированном естественном освещении операционного зала  $e_n = 3 \%$ . По таблице А.1 пособия коэффициент светового климата равен единице. Нормированное значение КЕО при комбинированном освещении

$$e_N = e_n m = 3 \cdot 1 = 3 \%$$

Схемы характерного поперечного, продольного разрезов и плана помещения с организацией комбинированного естественного освещения в окончательном виде приведены на рисунке Г.1, а геометрические параметры помещения и ситуации экранирования световых проемов – в таблице Г.1.

Проектированием естественного освещения операционного зала предусматривается последовательное определение значений КЕО в помещении при боковом освещении и требуемого дополнительного верхнего освещения, выбор конструкции зенитного фонаря, расчет значений КЕО при верхнем освещении и среднего значения КЕО при комбинированном освещении.

Для бокового естественного освещения используются окна со светопропускающим заполнением из двухкамерных стеклопакетов ( $\tau_1 = 0,65$ ) в спаренных металлических переплетах ( $\tau_2 = 0,85$ ) с  $\tau_0 = \tau_1 \cdot \tau_2 = 0,55$ .

На схемах поперечного разреза и плана помещения рисунка Г.1 приведены геометрические построения для определения количества неэкранированных световых лучей  $n_1, n_2$  и экранированных противостоящим зданием лучей  $n'_1, n'_2$ , приходящих в расчетную точку 1.

Геометрические характеристики  $n_1, n_2$  для других точек и расчетные параметры КЕО, принятые в соответствии с данными таблиц приложения А, при боковом освещении приведены в таблице Г.2.

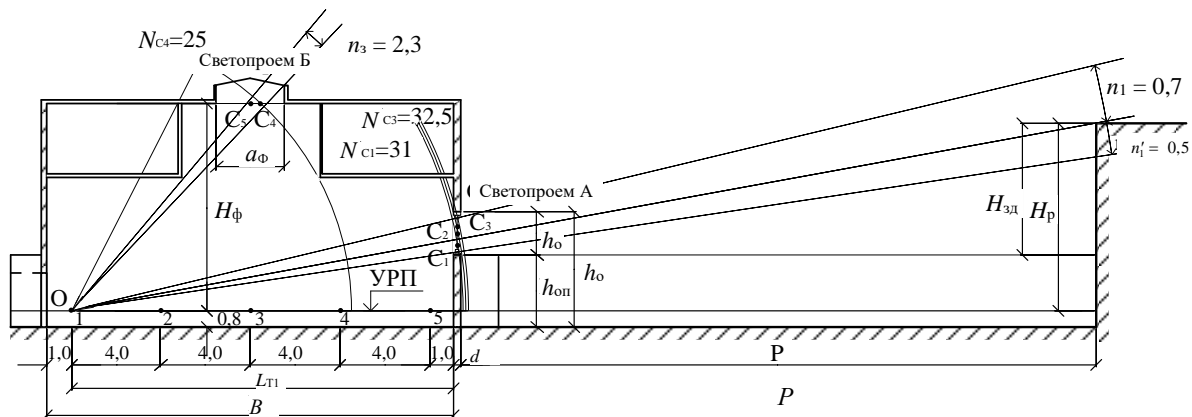


Таблица Г.1 – Геометрические размеры помещения и ситуации экранирования световых проемов

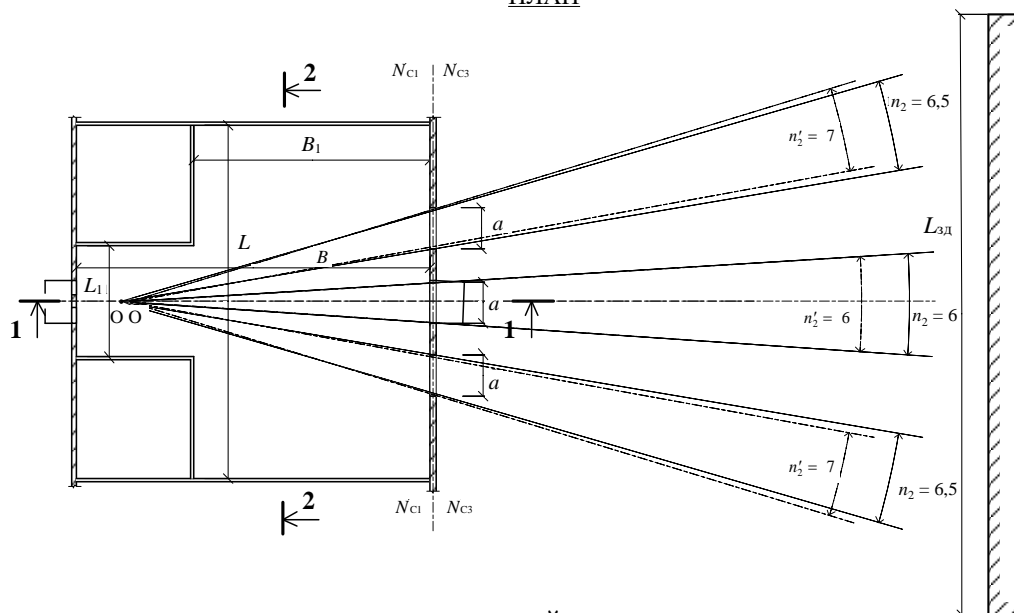
В метрах

$a$	$h_0$	$h_{урп}$	$h_{оп}$	$h_1$	$B$	$B_1$	$L$	$L_1$	$H_{\phi}$	$a_{\phi}$	$b_{\phi}$	$P$	$d$	$H_{зд}$	$H_p$	$L_{зд}$
2,1	1,8	0,8	3,3	4,3	18,0	12,0	18,0	6,0	9,1	2,9	5,9	28,0	0,6	6,0	8,4	30,0

ПОПЕРЕЧНЫЙ РАЗРЕЗ 1-1



ПЛАН



ПРОДОЛЬНЫЙ РАЗРЕЗ 2-2

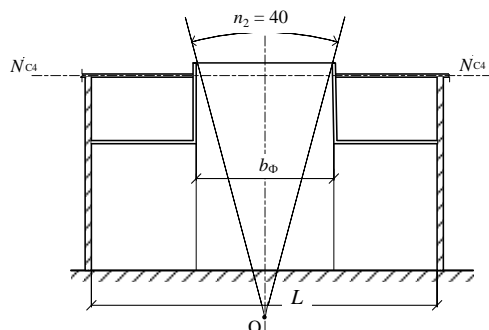


Рисунок Г.1 – Схемы плана и разрезов помещения с учетом противостоящего здания для определения геометрических КЕО при боковом и верхнем освещении операционного зала пригородного вокзала

Таблица Г.2 – Расчетные параметры для определения КЕО при боковом освещении

Световой проем и его центры	Расчетные параметры	Расчетные точки				
		1	2	3	4	5
Световой проем А, центры С <sub>3</sub> , С <sub>2</sub>	$n_1$	0,7	1,3	2,3	4,5	0,7
	$N_{C_3}, N_{C_2}$	32,5	24,5	17,5	11,0	6,5
	$n_2$	19,0	26,0	32,0	38,0	44,0
	$\varepsilon_6 = 0,01n_1n_2$	0,13	0,34	0,74	1,90	0,66
	$\theta$	12,0	15,0	20,0	35,0	75,0
	$\beta$	0,60	0,65	0,72	0,92	1,25
	$\tau_0$	0,55				
	$B/h_1$	4,19				
	$L_T/B$	0,94	0,72	0,50	0,28	0,06
	$\rho_{cp}$	0,50				
	$L/B$	0,33	0,33	1,00	1,00	1,00
	$r_0$	9,40	6,30	2,90	1,46	1,10
	$K_3$	1,2				
	$e_6 = \varepsilon_6\beta\tau_0r_0/K_3$	0,34	0,64	0,71	1,17	0,42
Световой проем А, центр С <sub>1</sub>	$n'_1$	0,50	–	–	–	–
	$N_{C_1}$	31,0	–	–	–	–
	$n'_2$	22,0	–	–	–	–
	$\varepsilon_{6зд} = 0,01n'_1n'_2$	0,11	–	–	–	–
	$\rho_{cp}$	0,50	–	–	–	–
	$\rho_\phi$	0,41	–	–	–	–
	$P/L_{зд}$	0,93	–	–	–	–
	$H_{зд}/H_p$	3,57	–	–	–	–
	$b_\phi$	0,23	–	–	–	–
	$z_1 = L_p(L_T + d)/[(P + L_T + d)a]$	2,76	–	–	–	–
	$z_2 = H_p(L_T + d)/[(P + L_T + d)(h_0 + h_{оп})]$	0,62	–	–	–	–
	$K_{здo}$	1,45	–	–	–	–
	$K_{зд}$	1,13	–	–	–	–
	$\tau_0$	0,55	–	–	–	–
	$r_0$	9,40	–	–	–	–
$K_3$	1,20	–	–	–	–	
	$e_{6зд} = \varepsilon_{6зд}b_\phi K_{зд}\tau_0r_0/K_3$	0,22	–	–	–	–
	$e_p^6 = e_6 + e_{6зд}$	0,56	0,64	0,71	1,17	0,42

По данным расчета КЕО значение  $e_{6min}$  значительно ниже его нормированного значения.

В таблице Г.2 принято значение  $\rho_{cp} = 0,5$  в соответствии с его расчетным значением [4], а  $\rho_\phi = 0,41$  – как для фасада светло-серого цвета.

Ориентировочно среднее значение КЕО при верхнем освещении  $e_{cp}^B$  можно определить по разности нормированного значения КЕО – при верхнем освещении и среднего значения КЕО при боковом освещении

$$e_{cp}^B \approx e_N^B - e_{cp}^6 = 3 - (0,56 / 2 + 0,64 + 0,71 + 1,17 + 0,42 / 2) / 4 = 3 - 0,75 = 2,25 \% .$$

Приближенно площадь проема зенитного фонаря можно определить по графику рисунка 5. При  $e_{cp}^B = 2,25 \%$  для фонаря с размерами в плане 2,9×5,9 м процентное отношение площади светового проема фонаря  $S_\phi$  к площади пола помещения  $S_n$  равно 7. Необходимая площадь светового проема фонаря при площади пола помещения, равной 252 м<sup>2</sup>,

$$S_\phi = 252 \cdot 7 / 100 = 17,64 \text{ м}^2,$$

что практически совпадает с площадью светового проема фонаря, равной 17,11 м<sup>2</sup>.

Для расчета КЕО при верхнем освещении принят зенитный двухскатный фонарь серии 1.464.2-18, выпуск 1 с размером светового проема  $2,9 \times 5,9$  м, глубиной 0,7 м, углами наклона скатов  $20^\circ$ . Светопроникающее заполнение фонаря – двухкамерные стеклопакеты в металлических переплетах. Стенки фонаря высотой 0,7 м имеют диффузное отражение света с коэффициентом светоотражения  $\rho_d = 0,5$ , равным средневзвешенному коэффициенту светоотражения поверхностей помещения  $\rho_{ср}$ .

Значение  $\tau_0$  при  $\tau_1 = 0,65$  (стеклопакеты двухкамерные),  $\tau_2 = 0,9$  (переплеты одинарные металлические),  $\tau_3 = 0,9$  (балки высотой менее 500 мм),  $\tau_5 = 0,9$  (защитная сетка)

$$\tau_0 = 0,65 \cdot 0,9 \cdot 0,9 \cdot 0,9 = 0,47.$$

Представляется возможным использовать методику проверочного расчета КЕО для светоаэрационных фонарей к расчету КЕО указанного зенитного фонаря, учитывая примерно одинаковые условия отражения и прохождения света в помещение через светопроводную шахту зенитного фонаря малой глубины с диффузным светоотражением стенок и одинаковыми средневзвешенными коэффициентами светоотражения стенок фонаря и поверхностей помещения.

Результаты расчета КЕО при верхнем и комбинированном освещении приведены в таблице Г.3.

Таблица Г.3 – Расчетные параметры для определения КЕО при верхнем и комбинированном освещении

Световой проем и его центры	Расчетные параметры	Расчетные точки				
		1	2	3	4	5
Световой проем Б, центры С4, С5	$n_3$	2,3	11,0	17,0	11,0	2,3
	$N_{C4}, N_{C5}$	25,0	20,5	19,0	20,5	25,0
	$n_2$	40,0	46,0	49,0	46,0	40,0
	$\varepsilon_{в} = 0,01 n_3 n_2$	0,92	5,06	8,33	5,06	0,92
	$\varepsilon_{вср} = \sum \varepsilon_{вi} / 5$	4,06				
	$H_{\phi} / B$	0,51				
	$\rho_{ср}$	0,50				
	$r_{\phi}$	1,40				
	$K_{\phi}$	1,10				
	$\tau_0$	0,47				
$K_3$	1,40					
	$e_{впр} = \varepsilon_{в} \tau_0 / K_3$	0,31	1,70	2,79	1,70	0,31
	$e_{вотр} = \varepsilon_{вср} (r_{\phi} K_{\phi} - 1) \tau_0 / K_3$	0,74				
	$e_p^B = e_{впр} + e_{вотр}$	1,03	2,44	3,53	2,44	1,03
Световые проемы А, Б	$e_p^K = e_p^B + e_p^B$	1,59	3,08	4,24	3,61	1,45
	$e_{ср}^K = (0,5e_{p1}^K + e_{p2}^K + e_{p3}^K + e_{p4}^K + 0,5e_{p5}^K) / 4$	3,11 = $e_N + 3,7\%$				
Неравномерность освещения $e_{ср}^K / e_{min}^K = 3,11 / 1,59 = 1,96 : 1$						
Минимальное освещение $e_{min}^K = 1,45\% > e_N^B = 1\%$						

Результаты расчета комбинированного освещения помещения свидетельствуют о соответствии  $e_{ср}^K$  и допустимой неравномерности освещения нормативным требованиям.

Допустимость применения использованной методики расчета естественного освещения помещения светоаэрационным фонарем к расчету освещения помещений зенитными фонарями проверим расчетом по рекомендуемой методике [5].

При расчете КЕО по методике [5] в точках  $i$  характерного поперечного разреза помещения выделим составляющие прямого  $e_{ипр}$  и отраженного  $e_{iотр}$  света:

$$e_i^B = e_{ипр}^B + e_{iотр}^B, \quad (B.1)$$

где

$$e_{\text{нпр}}^B = \left[ 100 S_{\text{фв}} q(\alpha_i) \cos^{(2+2/K_c)} \alpha_i / \pi H_{\text{ф}}^2 \right] \tau_0 / K_3; \quad (\text{B.2})$$

$$e_{\text{отр}}^B = \varepsilon_{\text{ср}} (r_{\text{ф}} - 1) \tau_0 / K_3. \quad (\text{B.3})$$

Результаты расчета верхнего естественного освещения через зенитный фонарь по методике расчета [5] приведены в таблице Г.4.

Таблица Г.4 – Расчетные параметры для определения КЕО при верхнем освещении

Расчетные параметры	Расчетные точки				
	1	2	3	4	5
$H_{\text{ф}}$	9,1				
$l_{\tau}$	8,0	4,0	0,0	4,0	8,0
$\text{tg} \alpha = l_{\tau} / H_{\text{ф}}$	0,88	0,44	0,0	0,44	0,88
$\alpha_i$	41°20'	23°40'	0,0	23°40'	41°20'
$q(\alpha)$	1,06	1,21	1,29	1,21	1,06
$a_{\text{фв}}, a_{\text{фн}}$	2,90				
$b_{\text{фв}}, b_{\text{фн}}$	5,90				
$S_{\text{фв}}, S_{\text{фн}}$	17,11				
$h_{\text{сф}}$	0,70				
$i_{\text{ф}} = (S_{\text{фв}} + S_{\text{фн}}) / [\sqrt{\pi} h_{\text{сф}} (a_{\text{фв}} + b_{\text{фв}})]$	3,13				
$K_c$	0,77				
$m = 2 + 2 / K_c$	4,60				
$\cos^m \alpha_i$	0,27	0,67	1,00	0,67	0,27
$q(\alpha) \cos^m \alpha_i$	0,43	0,81	1,29	0,81	0,43
$e_{\text{нпр}} = 100 S_{\text{фв}} q(\alpha) \cos^m \alpha_i / \pi H_{\text{ф}}^2$	2,83	5,33	8,49	5,33	2,83
$\tau_0$	0,47				
$K_3$	1,40				
$e_{\text{нпр}} = e_{\text{нпр}} \tau_0 / K_3$	0,95	1,79	2,85	1,79	0,95
$\varepsilon_{\text{ср}} = (\varepsilon_1 + \varepsilon_2 + \varepsilon_3 + \varepsilon_4 + \varepsilon_5) / 5$	4,96				
$H_{\text{ф}} / B$	0,54				
$\rho_{\text{ф}}, \rho_{\text{ср}}$	0,50				
$r_{\text{ф}}$	1,41				
$K_{\text{ф}}$	1,10				
$e_{\text{отр}} = \varepsilon_{\text{ср}} (r_{\text{ф}} - 1) \tau_0 / K_3$	0,68				
$e_{\text{р}}^B = e_{\text{нпр}} + e_{\text{отр}}$	1,63	2,47	3,53	2,47	1,63
$e_{\text{ср}} = (e_{\text{р1}}^B / 2 + e_{\text{р2}}^B + e_{\text{р3}}^B + e_{\text{р4}}^B + e_{\text{р5}}^B / 2) / 4$	2,54				

Данные расчета КЕО  $e_{\text{р}}^B$  по таблицам В.3 и В.4 указывают на их полное соответствие. Различие в значениях КЕО в точках 1 и 5 объясняется тем, что в расчете по методике [5] не учитывается частичное затенение света стенами светопроводной шахты размером 6×6 м в плане и высотой на этаж. В расчете, выполненном по методике расчета светоаэрационных фонарей (таблица В.3), условия затенения света стенами светопроводной шахты учтены количеством прошедших лучей  $n_1$  в расчетные точки 1 и 5 и соответствуют реальным условиям прохождения света в эти точки.

В общем, данные расчета таблиц В.3 и В.4 указывают на возможность применения методики расчета КЕО для светоаэрационных фонарей при расчете естественного освещения помещений зенитными фонарями со стенками с диффузным светоотражением при  $\rho_{\text{ф}} \approx 0,5$ , глубине шахты фонаря до 0,7 м и небольшом числе фонарей в покрытии здания. При значительном числе зенитных и шахтных фонарей целесообразно для расчета КЕО использовать методику, приведенную в [5].

**Пример № 2.** Требуется определить условия естественного одностороннего бокового освещения крайнего пролета трехпролетного инструментального цеха, обеспечивающие нормируемое значение КЕО в помещении.

Исходные данные. Геометрические характеристики изолированного пролета, м: ширина  $B = 18$ , длина  $L = 42$ , высота  $H = 10,8$ , высота до низа светопроема  $h_{оп} = 1,2$ . Заполнение световых проемов без солнцезащитных устройств – переплеты деревянные двойные отдельные с остеклением листовым стеклом.

Сомасштабные поперечный разрез и план помещения приведены на рисунке Г.2.

Разряд зрительной работы – V. Местоположение объекта – Минск. Ориентация светопроема на восток.

Порядок расчета. По таблице А.2 нормативное значение КЕО  $e_n = 1,0 \%$  для V разряда зрительной работы.

Нормированное значение КЕО с учетом ориентации светопроема на восток (таблица А.1)

$$e_N = e_n m = 1 \cdot 1 = 1 \%$$

В соответствии с п. 5.3 [4] для крупногабаритного производственного помещения глубиной более 6 м при боковом освещении минимальное значение КЕО нормируется для точки на УРП, удаленной от светового проема на две высоты от пола до верха светопроема для зрительных работ V разряда.

ПОПЕРЕЧНЫЙ РАЗРЕЗ

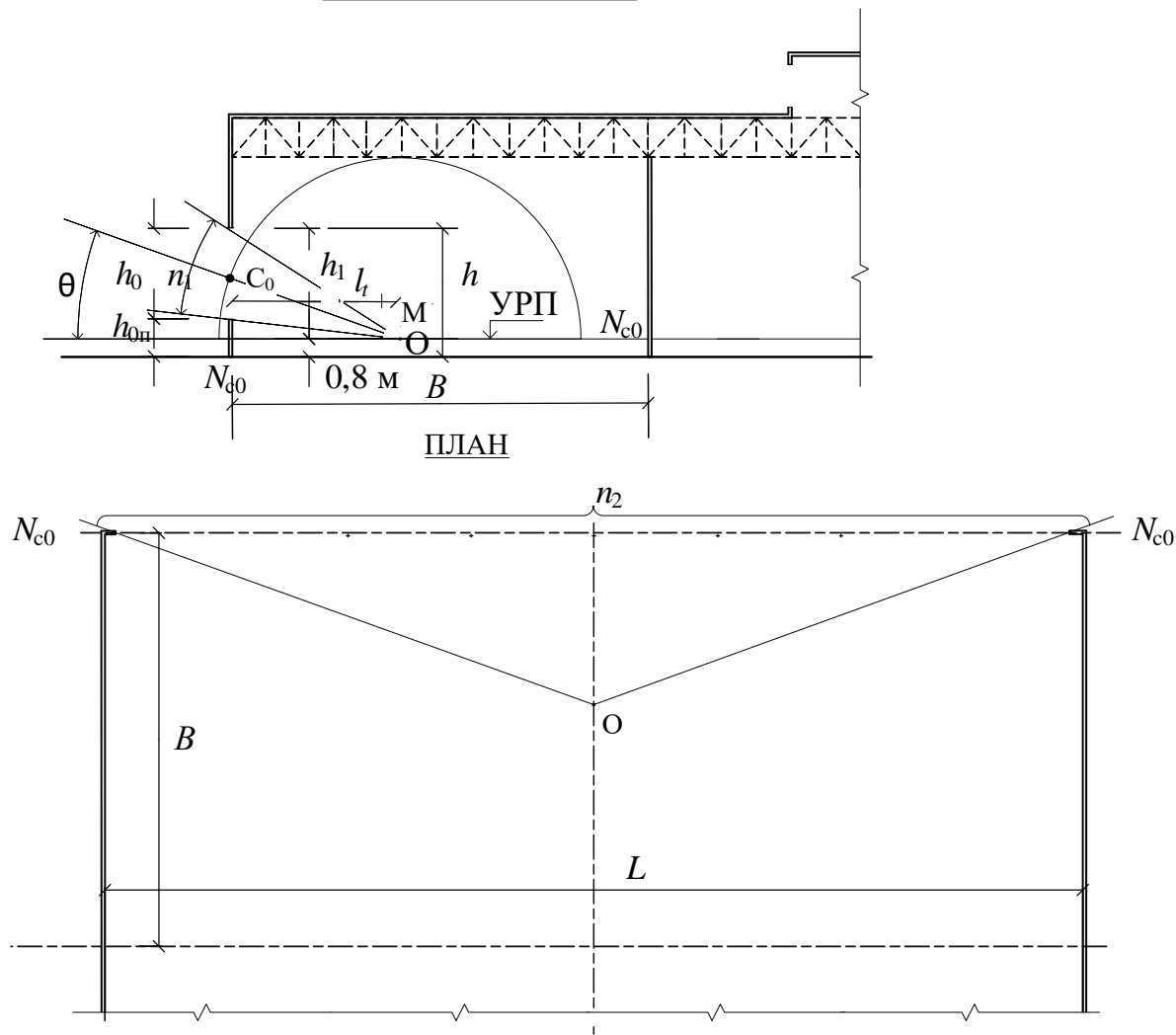


Рисунок Г.2 – Определение по графикам Данилюка I и II количества лучей  $n_1$  и  $n_2$ , прошедших через боковой световой проем в расчетную точку на поперечном разрезе и плане помещения и положение расчетной точки

Предварительно необходимая площадь светового проема определяется по графику рисунка 2, б последовательным перебором высот от УРП до верха светопроема с учетом стандартных высот окон от 1,2 м с кратностью их увеличения на 0,6 м.

Ориентировочно принимаем высоту окна 1,8 м. При высоте подоконной части 1,2 м и УРП, равной 0,8 м, высота от пола до верха окна  $h = 3$  м, а от УРП до верха окна  $h_1 = 2,2$  м.

Расстояние от наружной стены до расчетной точки, м,  $l = 2h = 2 \cdot 3 = 6$ .

Приняв  $l = d_n = 6$  м, а  $h_1 = h_{01} = 2,2$  м по графику рисунка 2, б при отношении  $d_n/h_{01} = 6/2,2 = 2,73$  и кривой КЕО  $e = 1$  %, получим ориентировочно  $S_{co}/S_n \approx 30$  %.

При площади пола  $S_n = 6 \cdot 42 = 252$  м<sup>2</sup> площадь окна составит

$$S_{co} \approx S_n \cdot 30/100 = 252 \cdot 30/100 \approx 75,6 \text{ м}^2.$$

При ленточном остеклении максимальная площадь светопроема  $S_{co} = 1,8 \cdot 42 = 75,6$  м<sup>2</sup>, что согласуется с его расчетной площадью.

На основании предварительного расчета необходимой площади светопроема выполним проверочный расчет КЕО в помещении по формуле (5) без учета противостоящих зданий

$$e_6 = \varepsilon_6 \beta \tau_0 r_0 / K_3. \quad (\Gamma.4)$$

По методике приложения Б определяем с помощью графиков I и II соответственно на поперечном разрезе и плане помещения количество лучей  $n_1$  и  $n_2$ , прошедших через проем в расчетную точку, и геометрический КЕО.

При  $n_1 = 3,9$ , номере полуокружности, прошедшей через центр светопроема  $N_c = 10$  и  $n_2 = 98,5$ , геометрический КЕО

$$\varepsilon_6 = 0,01 \cdot 3,9 \cdot 98,5 = 3,84.$$

Коэффициент, учитывающий неравномерную яркость облачного неба  $\beta$ , определяем по таблице А.17 в зависимости от угла наклона прямой, проведенной из расчетной точки через центр светопроема над УРП.

При  $\theta = 13^\circ$ ,  $\beta = 0,63$ .

Коэффициент, учитывающий отраженную составляющую света в помещении  $r_0$ , находим по таблице А.11.

При  $B/h_1 = 18/2,2 = 8,2$ ,  $l/B = 6/18 = 0,33$ ,

$$\rho_{cp} = 0,4, L/B = 42/18 = 2,33, r_0 = 1,23.$$

Общий коэффициент светопропускания светопроема  $\tau_0$  определяем по таблицам А.7, А.8.

При  $\tau_1 = 0,8$  (стекло оконное листовое двойное),

$\tau_2 = 0,6$  (переплеты двойные отдельные)

$$\tau_0 = \tau_1 \tau_2 = 0,8 \cdot 0,6 = 0,48$$

Коэффициент запаса  $K_3 = 1,3$  (таблица А.4).

Значение КЕО в расчетной точке помещения

$$e_p^6 = 3,84 \cdot 0,63 \cdot 1,23 \cdot 0,48 / 1,3 = 1,09 \%$$

Отклонение расчетного значения КЕО от нормируемого менее допустимого составляет  $\pm 10$  % и согласуется с предварительным определением его величины.

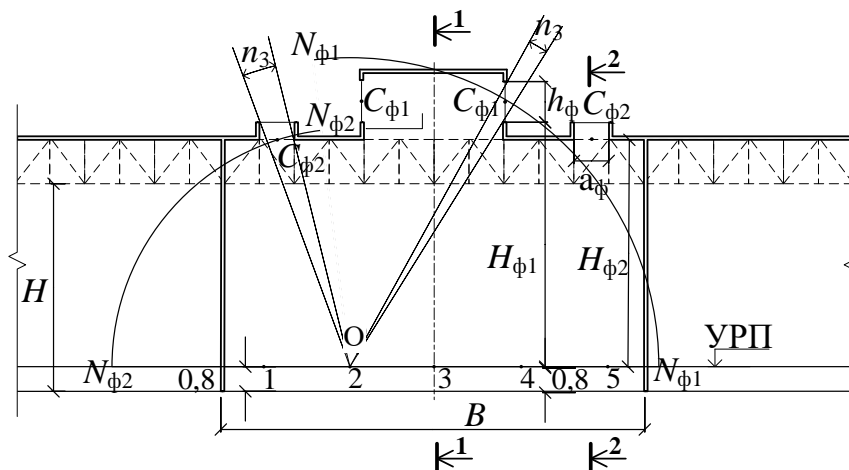
**Пример № 3.** Требуется определить условия естественного верхнего освещения среднего пролета трехпролетного инструментального цеха, обеспечивающие нормируемое значение КЕО в помещении.

Исходные данные. Основные характеристики объекта приведены в примере расчета № 2. Для организации освещения предусматривается использование светоаэрационного фонаря высотой 1,75 м и зенитных фонарей размерами 2,9×5,9 м и 1,5×5,9 м.

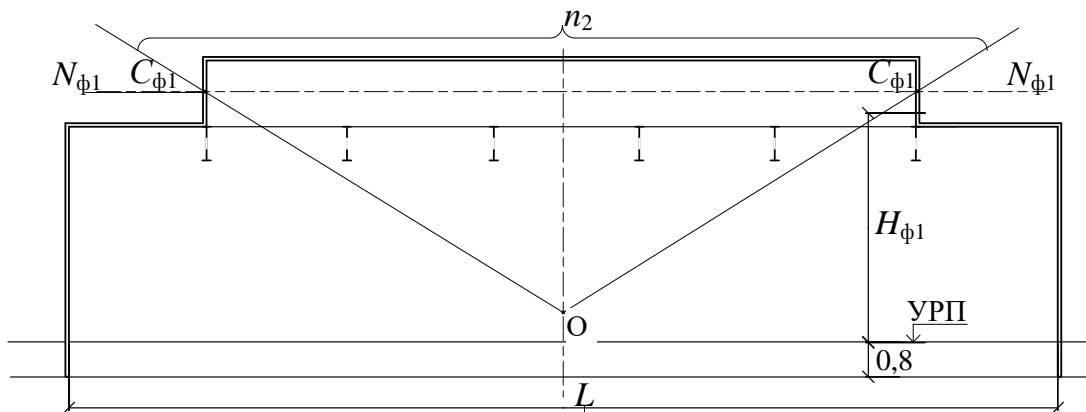
Параметры высот фонарей  $H_\phi$  от УРП до низа фонарей: для светоаэрационного –  $H_{\phi 1} = 13,4$  м; для зенитных –  $H_{\phi 2} = 12,5$  м.

Варианты компоновки фонарей приведены на рисунке Г.3.

ПОПЕРЕЧНЫЙ РАЗРЕЗ



ПРОДОЛЬНЫЙ РАЗРЕЗ 1-1



ПРОДОЛЬНЫЙ РАЗРЕЗ 2-2

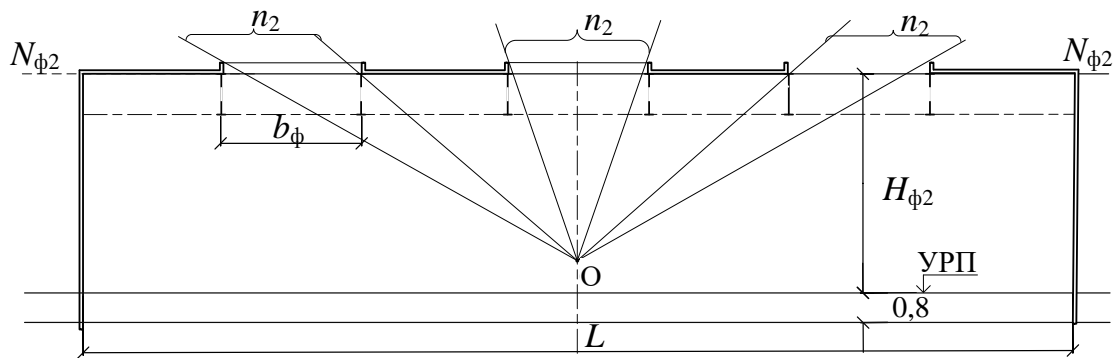


Рисунок Г.3 – Схемы поперечного и продольных разрезов по светоаэрационным и зенитным фонарям для определения по геометрическим размерам помещения количества лучей  $n_3$  и  $n_2$ , проходящих через светопроемы

Рассматриваются 2 варианта организации освещения помещения: с применением светоаэрационного фонаря высотой  $1,75$  м и зенитных фонарей с их компоновкой в виде лент по обе стороны от светоаэрационного; с применением штучных зенитных фонарей больших размеров.

Порядок расчета. По таблицам А.3 и А.4, с учетом ориентации проемов светоаэрационного фонаря восток-запад и V разряда зрительных работ, определяется нормированное значение КЕО

$$e_N = e_H m = 3 \cdot 1 = 3 \%.$$

При первом варианте организации освещения помещения вначале выполним проверочный расчет освещения, создаваемого светоаэрационным фонарем, по формуле (6).

Геометрические коэффициенты естественной освещенности определяются с помощью графиков Данилюка III и II на поперечном и продольном разрезах помещения в соответствии с приложением Б.

Остальные расчетные параметры находятся по таблицам приложения А пособия по форме таблицы Г.5 в указанной последовательности.

Общий коэффициент светопропускания светопроемов фонаря  $\tau_0 = 0,55$  определяется по формуле (4) и таблицам А.7–А.9 пособия при следующих значениях его составляющих:  $\tau_1 = 0,9$  (стекло одинарное),  $\tau_2 = 0,75$  (переплеты деревянные одинарные),  $\tau_3 = 0,9$  (стальные формы),  $\tau_5 = 0,9$  (защитная сетка остекления).

Среднее значение КЕО по данным расчета в таблице Г.5 составляет 1,13 % и свидетельствует о необходимости устройства дополнительных зенитных фонарей, обеспечивающих освещенность в помещении при значении КЕО не менее 1,9 %.

Необходимую суммарную площадь остекления фонарей, конструктивно решаемых в виде непрерывных полос, можно определить, используя поправочные коэффициенты  $K_1$  и  $K_2$  таблиц 5, 6 и график рисунка 3. Для двойных стеклопакетов в одинарных открывающихся переплетах  $K_1 = 0,83$ , при длине полосы фонаря 24 м  $K_2 = 0,7$ . Тогда требуемое значение  $e = 1,9 / (0,83 \cdot 0,7) = 3,4$  %.

При  $e = 3,4$  % по графику рисунка 3

$$100 S_{\phi} / S_{\Pi} \approx 11 \%,$$

$$S_{\phi} = S_{\Pi} \cdot 11 / 100 = 756 \cdot 11 / 100 \approx 83 \text{ м}^2.$$

Конструктивно принимаем две ленты фонарей длиной 30 метров, равные длине светоаэрационного фонаря, шириной 1,5 м и общей площадью светопроемов 90 м<sup>2</sup>.

Для проверочного расчета КЕО зенитных фонарей большого размера применим упрощенную методику расчета светоаэрационных фонарей, правомерность использования которой показана в примере расчета № 1.

Для расчета примем зенитные фонари размером 5,9×1,5 м с общим коэффициентом светопропускания  $\tau_0$  при  $\tau_1 = 0,65$  (стеклопакеты двухкамерные),  $\tau_2 = 0,9$  (переплеты одинарные металлические),  $\tau_3 = 0,9$  (формы металлические),  $\tau_5$  (защитная сетка).

$$\tau_0 = 0,65 \cdot 0,9 \cdot 0,9 \cdot 0,9 = 0,47.$$

Расчетные параметры определения КЕО приведены в таблице Г.5, среднее значение КЕО которого составляет 2,24 %.

Среднее значение КЕО в помещении при его освещении через фонари светоаэрационные и зенитные практически находится в допустимых пределах нормирования и составляет 3,36 %.

В таблице Г.6 приведены расчетные параметры определения КЕО при верхнем освещении через зенитные фонари размером 2,9×5,9 м конструкции, указанной в примере расчета № 1.

Среднее значение КЕО практически не отличается от его нормируемой величины при высокой равномерности освещения помещения.

**Таблица Г.5 – Расчетные параметры для определения КЕО при верхнем освещении помещения через светоаэрационный и зенитные фонари**

Световой проем	Расчетные параметры	Расчетные точки				
		1	2	3	4	5
<b>Прямоугольный светоаэрационный фонарь высотой 1,75 м</b>						
Проем с правой стороны	$n_3$	2	1,8	1,2	–	–
	$N_C$	38,5	33,5	31	–	–
Световой проем	Расчетные параметры	Расчетные точки				
		1	2	3	4	5
	$n_2$	77	79	84	–	–
	$\varepsilon_B = 0,01n_3n_2$	1,54	1,42	1,00	–	–
Проем с левой стороны	$n_3$	–	–	1,2	1,8	2
	$N_C$	–	–	31	33,5	38,5
	$n_2$	–	–	84	79	77
	$\varepsilon_B = 0,01n_3n_2$	–	–	1,00	1,42	1,54



Окончание таблицы Г.5

Световой проем	Расчетные параметры	Расчетные точки				
		1	2	3	4	5
Проемы с двух сторон	$\sum \varepsilon_B$	1,54	1,42	2,00	1,42	1,54
	$\varepsilon_{всп} = \sum \varepsilon_B / 5$	1,58				
	$H_{\phi} / B$	0,75				
	$\rho_{ср}$	0,4				
	$r_{\phi}$	1,35				
	$K_{\phi}$	1,2				
	$\tau_0$	0,55				
	$K_3$	1,3				
	$\varepsilon_{впр} = \varepsilon_B \tau_0 / K_3$	0,65	0,60	0,85	0,60	0,65
	$\varepsilon_{вотр} = \varepsilon_{всп} (r_{\phi} K_{\phi} - 1) \tau_0 / K_3$	0,45				
	$e_p^B = \varepsilon_{впр} + \varepsilon_{вотр}$	1,10	1,05	1,30	1,05	1,10
$e_{ср}^B = (1,1 + 2 \cdot 1,05 + 1,3) / 4 = 1,13 \%$						
Зенитные фонари размером $5,9 \times 1,5$ м в виде непрерывных лент длиной 30 м						
Ленточный проем слева	$n_3$	5,5	5	3	1,5	0,5
	$N_C$	26,5	26,5	29	34,5	44
	$n_2$	88	86	85	81	72
	$\varepsilon_B = 0,01 n_3 n_2$	4,84	4,30	2,55	1,22	0,36
Проем справа	$\varepsilon_B = 0,01 n_3 n_2$	0,36	1,22	2,55	4,30	4,84
Ленточные проемы слева и справа	$\sum \varepsilon_B$	5,2	5,52	5,1	5,52	5,2
	$\varepsilon_{всп} = \sum \varepsilon_B / 5$	5,31				
	$H_{\phi} / B$	0,69				
	$\rho_{ср}$	0,4				
	$r_{\phi}$	1,34				
	$K_{\phi}$	1,0				
	$\tau_0$	0,47				
	$K_3$	1,5				
	$\varepsilon_{впр} = \varepsilon_B \tau_0 / K_3$	1,63	1,73	1,6	1,73	1,63
	$\varepsilon_{вотр} = \varepsilon_{всп} (r_{\phi} K_{\phi} - 1) \tau_0 / K_3$	0,57				
	$e_p^B = \varepsilon_{впр} + \varepsilon_{вотр}$	2,2	2,3	2,17	2,30	2,2
$e_{ср}^B = (2,2 + 2 \cdot 2,30 + 2,17) / 4 = 2,24 \%$						
Светоаэрационный фонарь	$e_p^B$	1,10	1,05	1,30	1,05	1,10
Зенитный фонарь	$e_p^B$	2,20	2,30	2,17	2,30	2,20
	$\sum \varepsilon_B$	3,30	3,35	3,47	3,35	3,30
$e_{ср}^B = (3,30 + 2 \cdot 3,35 + 3,47) / 4 = 3,36 \%$						

Таблица Г.6 – Расчетные параметры для определения КЕО при верхнем освещении помещения через зенитные фонари

Световой проем	Расчетные параметры	Расчетные точки				
		1	2	3	4	5
Зенитные фонари размером $5,9 \times 2,9$ м в количестве 6 шт.						
Проемы слева	$n_3$	11	11	7	4	2
	$N_C$	26	26	29	34	39
	$n_2$	47	47	43	40	38

Окончание таблицы Г.6

Световой проем	Расчетные параметры	Расчетные точки				
		1	2	3	4	5
	$\varepsilon_B = 0,01n_3n_2$	5,17	5,17	3,01	1,60	0,76
	$\sum \varepsilon_B$	5,71				
	$\varepsilon_{вср} = \sum \varepsilon_B / 5$	3,14				
	$H_{\phi} / B$	0,69				
	$\rho_{ср}$	0,4				
	$r_{\phi}$	1,34				
	$K_{\phi}$	1,1				
	$\tau_0$	0,47				
	$K_3$	1,5				
	$e_{впр} = \varepsilon_B \tau_0 / K_3$	1,62	1,62	0,93	0,50	0,24
	$e_{вотр} = \varepsilon_{вср} (r_{\phi} K_{\phi} - 1) \tau_0 / K_3$	0,54				
	$e_p^B = e_{впр} + e_{вотр}$	2,12	2,16	1,47	1,04	0,78
Проемы справа	$e_p^B = e_{впр} + e_{вотр}$	0,78	1,04	1,47	2,16	2,12
Проемы слева и справа	$\sum e_p^B$	2,90	3,20	2,94	3,20	2,90
		$e_{ср}^B = (2,90 + 2 \cdot 3,20 + 2,94) / 4 = 3,06 \%$				
Неравномерность освещения $e_{ср}^B / e_{\min}^B = 3,06 / 2,90 = 1,06:1$						

**Пример № 4.** Требуется определить условия естественного комбинированного освещения крайнего пролета инструментального цеха, обеспечивающие нормируемые значения КЕО в помещении.

Исходные данные те же, что и в примерах 2 и 3.

Порядок расчета. По таблице А.2 нормативное значение КЕО при комбинированном освещении для V разряда зрительной работы составляет 3 %.

Нормированное значение КЕО с учетом ориентации светопроемов бокового на восток, а светоаэрационных фонарей – на восток и запад (таблица А.1)

$$e_N = e_n m = 3 \cdot 1 = 3 \%$$

Расчетное значение КЕО определяем по формуле (7).

Для обеспечения приемлемой равномерности освещения в крайнем пролете цеха комбинированное освещение решается через ленточный боковой светопроем и светоаэрационный фонарь высотой 1,75 м.

Сомасштабные разрезы и план цеха приведены на рисунке Г.4.

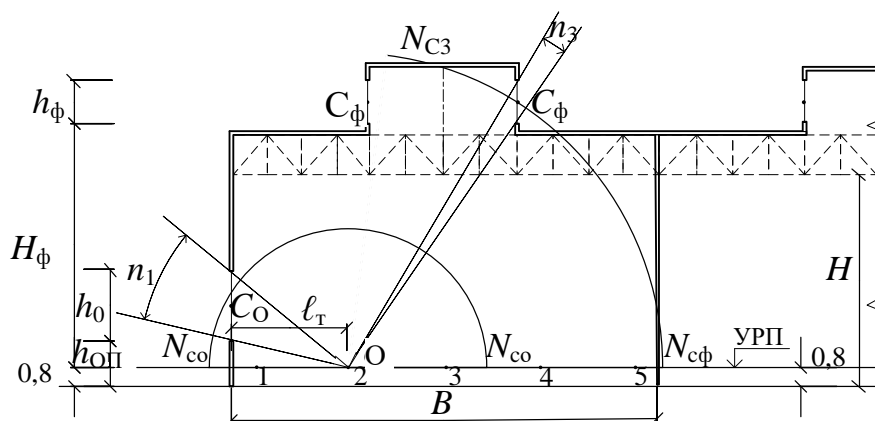
При определении  $e_p^B$  используем данные расчета КЕО для светоаэрационного фонаря высотой 1,75 м, приведенные в примере расчета № 3. По расчету  $e_{ср}^B = 1,13 \%$ .

Следовательно, необходимо дополнительное освещение за счет бокового освещения  $e_{ср}^B \approx 1,18 \%$ .

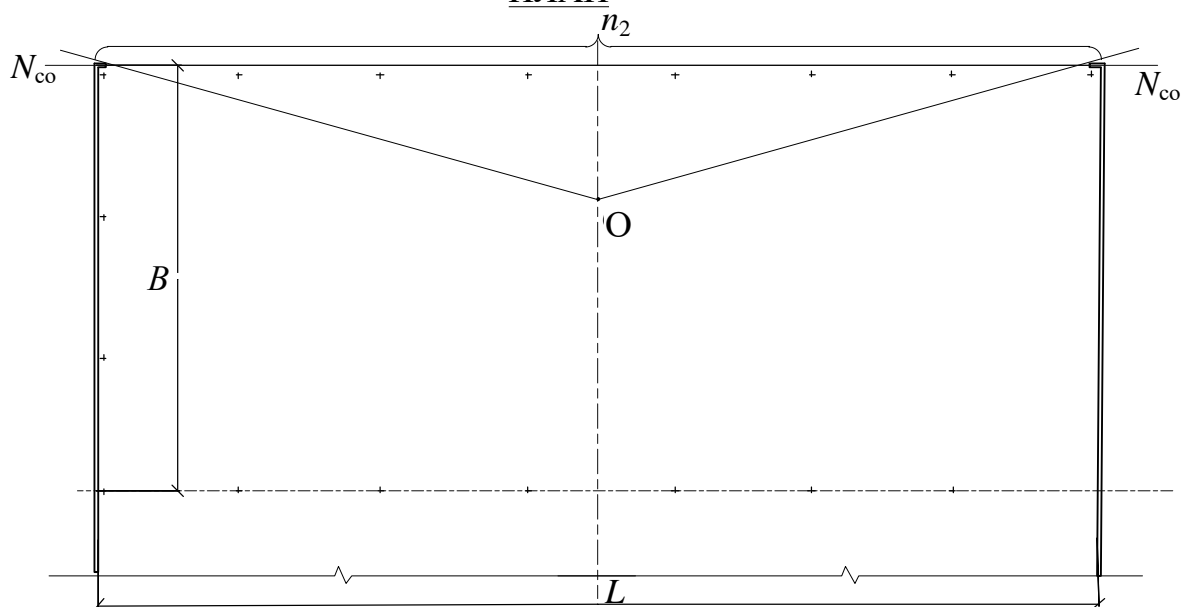
По аналогии с примером 2 примем ленточный боковой светопроем высотой 1,8 м и выполняем расчет КЕО для пяти точек на рабочей поверхности.

Результаты расчета верхнего и бокового освещения приведены в таблице Г.7.

### ПОПЕРЕЧНЫЙ РАЗРЕЗ



### ПЛАН



### ПРОДОЛЬНЫЙ РАЗРЕЗ

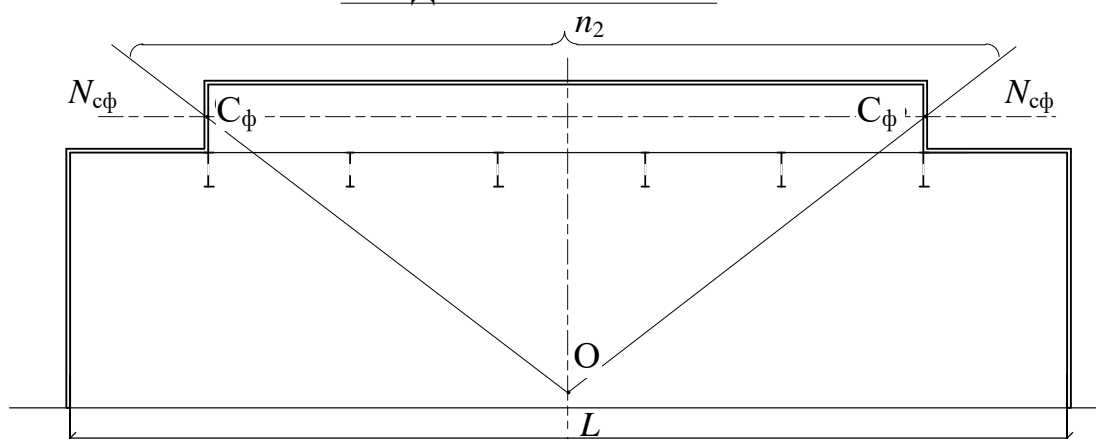


Рисунок Г.4 – Схемы поперечного и продольных разрезов плана помещения для определения его геометрических размеров и количества лучей  $n_1$ ,  $n_2$  и  $n_3$ , проходящих через боковые и верхние светопроемы

Таблица Г.7 – Расчетные параметры для определения КЕО при комбинированном освещении

Световой проем	Расчетные параметры	Расчетные точки				
		1	2	3	4	5
Прямоугольный светоаэрационный фонарь высотой 1,75 м						
С двух сторон	$e_p^B$	1,10	1,05	1,30	1,05	1,10
	$e_{ср}^B$			1,13		
Боковой световой проем размером 1,8×42 м						
Боковой слева	$n_1$	25	3,0	1,4	0,7	0,3
	$N_c$	2,5	12	20	29	37,5
	$n_2$	98,5	98,3	98	95	91
	$\varepsilon_6 = 0,01n_1n_2$	24,63	2,95	1,37	0,67	0,27
	$\theta$	47	22	9	6	4
	$\beta$	1,05	0,75	0,57	0,52	0,49
	$\tau_0$	0,48				
	$B/h_1$	8,2				
	$L_T/B$	0,06	0,28	0,5	0,72	0,94
	$\rho_{ср}$	0,4				
	$L/B$	2,33				
	$r_0$	1,05	1,18	1,5	2,16	3,20
	$K_3$	1,3				
	$e_p^6 = \varepsilon_6\beta\tau_0r_0/K_3$	10,03	0,96	0,43	0,28	0,16
	$e_{ср}^6 = 1/4(e_{61}/2+e_{62}+e_{63}+e_{64}+e_{65}/2)$	1,69				
Фонарь	$e_p^B$	1,10	1,05	1,30	1,05	1,10
Окно	$e_p^6$	10,03	0,96	0,43	0,28	0,16
	$e_p^K = e_p^6 + e_p^B$	11,13	2,01	1,73	1,33	1,35
$e_{ксп} = 1/4(e_{к1}/2+e_{к2}+e_{к3}+e_{к4}+e_{к5}/2) = 2,83 \%$						
Неравномерность освещения $e_{ср}^K / e_{min}^K = 2,83/1,35 = 2,1$						
Минимальное освещения $e_{min}^K = 1,35 \% > e_N^6 = 1 \%$						

Значение КЕО при комбинированном освещении  $e_{ксп} = 2,83 \%$ , что не превышает 10%-го отклонения от нормированного значения. Обеспечивается допустимая неравномерность освещения, а минимальное значение КЕО в расчетных точках превышает его нормированное значение при боковом освещении.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Гусев, Н. М. Световая архитектура / Н. М. Гусев, В. Г. Макаревич. – М. : Стройиздат, 1973. – 248 с.
- 2 Гусев, Н. М. Основы строительной физики : учеб. для вузов / Н. М. Гусев. – М. : Стройиздат, 1975. – 440 с.
- 3 Архитектурная физика : учеб. для вузов / В. К. Лицкевич [и др.] ; под ред. Н. В. Оболенского. – М. : Стройиздат, 2003. – 448 с.
- 4 СН 2.04.03-2020. Естественное и искусственное освещение. – Введ. 30.10.2020. – Минск : М-во архитектуры и стр-ва Респ. Беларусь, 2021. – 81 с.
- 5 Пособие по расчету и проектированию естественного, искусственного и совмещенного освещения (к СНиП II-4-79). – М. : Стройиздат, 1985. – 384 с.
- 6 Рекомендации по расчету светопрозрачных конструкций зданий с учетом светотехнических, теплотехнических, звукоизоляционных качеств и технико-экономических показателей. – М. : Стройиздат, 1986. – 87 с.
- 7 МДС 31-8.2002. Рекомендации по проектированию и устройству фонарей для естественного освещения помещений. – М. : Стройиздат, 2002. – 40 с.
- 8 СП 23-102-2003. Естественное освещение жилых и общественных зданий : свод правил по проектированию и строительству. – М. : Стройиздат, 2005. – 85 с.
- 9 СП 52.13330.2011. Естественное и искусственное освещение: свод правил. – М. : Стройиздат, 2011. – 69 с.
- 10 Справочная книга по светотехнике / под ред. Ю. Б. Айзенберга. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Знак, 2006. – 972 с.
- 11 Гигиенический норматив «Показатели безопасности для человека световой среды помещений производственных, общественных и жилых зданий» [Электронный ресурс] : постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 25.01.2021 г., № 37 // Национальный правовой Интернет-портал Респ. Беларусь. – Режим доступа : <https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=C22100037&p1=1&p5=0>. – Дата доступа : 15.02.2021.
- 12 ТКП 45-2.04-153-2009. Естественное и искусственное освещение. – Введ. 14.10.2009. – Минск : М-во архитектуры и стр-ва Респ. Беларусь, 2010. – 101 с.

Учебное издание

*САВЕЛЬЕВ Владимир Евгеньевич*

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАСЧЕТ ЕСТЕСТВЕННОГО ОСВЕЩЕНИЯ ПОМЕЩЕНИЙ**

Учебно-методическое пособие

Редактор *Я. А. Васькевич*

Технический редактор *В. Н. Кучерова*

Подписано в печать 01.03.2022 г. Формат бумаги 60x84<sup>1</sup>/<sub>8</sub>  
Бумага офсетная. Гарнитура Times. Печать на ризографе.  
Усл. печ. л. 7,44. Уч.-изд. л. 5,75. Тираж 75 экз.  
Зак. № 484. Изд. № 8.

Издатель и полиграфическое исполнение:  
Белорусский государственный университет транспорта.  
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,  
распространителя печатных изданий  
№ 1/361 от 13.06.2014.  
№ 2/104 от 01.04.2014.  
№ 3/1583 от 14.11.2017.  
Ул. Кирова, 34, 246653, Гомель

ISBN 978-985-891-063-1



9 789858 910631

