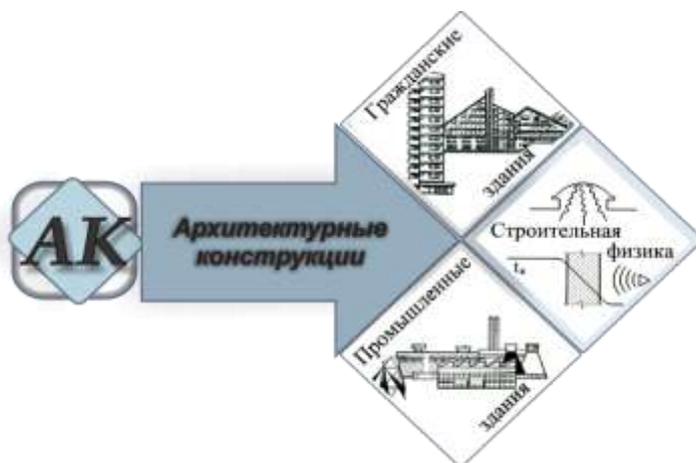


Министерство образования и науки Российской Федерации  
Белгородский государственный технологический университет  
им. В.Г. Шухова

## РАСЧЕТ КОМБИНИРОВАННОГО ЕСТЕСТВЕННОГО ОСВЕЩЕНИЯ

Методические указания и задания к выполнению  
расчета естественного освещения для студентов  
направления бакалавриата и магистратуры  
270800 — Строительство профиля подготовки  
«Проектирование зданий»



Белгород  
2013

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Белгородский государственный технологический университет  
им. В.Г. Шухова  
Кафедра архитектурных конструкций

Утверждено  
научно-методическим советом  
университета

## **РАСЧЕТ КОМБИНИРОВАННОГО ЕСТЕСТВЕННОГО ОСВЕЩЕНИЯ**

Методические указания и задания к выполнению  
расчета естественного освещения для студентов  
направления бакалавриата и магистратуры  
270800 — Строительство профиля подготовки  
«Проектирование зданий»

Белгород  
2013

УДК 628.517.4(075)  
ББК 38.93я7  
Р24

Составители: канд. техн. наук, доц. В.Н. Тарасенко  
доц. Н.Д. Черныш

Рецензент канд. техн. наук, доц. М.Ю. Елистраткин

**Расчет** комбинированного естественного освещения: методические указания и задания к выполнению расчета естественного освещения для студентов направления бакалавриата и магистратуры 270800 — Строительство профиля подготовки «Проектирование зданий» / сост.: В.Н. Тарасенко, Н.Д. Черныш. — Белгород: Изд-во БГТУ, 2013. — 40 с.

Методические указания содержат основные теоретические сведения, основы расчета распределения естественной освещенности боковым, верхним, комбинированным светом, а также примеры выполнения расчета и задания к расчетно-графическому упражнению по дисциплине «Строительная физика».

Методические указания предназначены для студентов направления бакалавриата и магистратуры 270800 — Строительство профиля подготовки «Проектирование зданий».

Данное издание публикуется в авторской редакции.

УДК 628.517.4(075)  
ББК 38.93я7

© Белгородский государственный  
технологический университет  
(БГТУ) им. В.Г. Шухова, 2013

## ВВЕДЕНИЕ

Большое количество информации, получаемой человеком из внешнего мира, поступает через зрительный канал.

Качество получаемой информации, получаемой посредством зрения, во многом зависит от освещения.

Неудовлетворительное освещение может исказить информацию; кроме того, оно утомляет не только зрение, но вызывает утомление организма в целом. Неправильное освещение может также являться причиной травматизма: плохо освещенные опасные зоны, слепящие лампы и блики от них, резкие тени ухудшают или вызывают полную потерю ориентации работающих.

Кроме того, при неудовлетворительном освещении снижается производительность труда и увеличивается брак в работе.

Ошибочно было бы полагать, что при увеличении оконных проемов естественное освещение в помещении существенно выигрывает. Так, если площадь окон увеличивается с  $1/6$  до  $1/3$  площади, то освещенность возрастает не более, чем на 60 %, а не на 100 %, как можно было бы предположить. Больше того, показатели освещенности при площади окон равной  $1/10$  и  $1/8$  пола практически не отличаются.

Таким образом, расчет **естественного освещения помещения** призван разработать наиболее экономичный вариант устройства освещения.

Важную долю **естественного освещения помещения** составляет отраженный свет. Даже при свободном обзоре из окон непосредственная освещенность имеет значение только рядом с ними. Особое внимание следует обратить на отражающие качества потолка, задней и боковых стен, пола. Цветовое оформление внутренней обстановки рекомендуется соотносить с особенностями **естественного освещения помещения**.

Цвет стен, пола крупных предметов мебели влияет на затенение помещения. По установленным стандартам, освещенность каждой точки помещения должна составлять не менее 20%. Чем ниже коэффициент отражения поверхностей, тем темнее будет в помещении.

Примечательно, что от цвета стены здания, находящегося напротив светового проема, зависит **естественное освещение в помещении**. Так, для помещения, расположенного на первом этаже, существенную долю естественного освещения составляет свет, отраженный от поверхности противоположного здания.

## 1 Естественное освещение. Термины и определения

В строительной светотехнике в качестве источника естественного света для помещений здания рассматривается небосвод. Поскольку яркость отдельных точек небосвода изменяется в значительных пределах и зависит от положения солнца, степени и характера облачности, степени прозрачности атмосферы и других причин, установить значение естественной освещённости в помещении в абсолютных единицах (лк) невозможно.

Поэтому для оценки естественного светового режима помещений используется относительная величина, позволяющая учесть неравномерную яркость неба, — так называемый *коэффициент естественной освещённости* (сокращённо — *КЕО*).

Коэффициент естественной освещённости  $e_T$  в какой-либо точке помещения  $T$  представляет отношение освещённости в этой точке  $E_T$  к одновременной наружной освещённости горизонтальной плоскости  $E_0$ , находящейся на открытом месте и освещаемой диффузным светом всего небосвода. *КЕО* измеряется в относительных единицах и показывает, какую долю в % в данной точке помещения составляет освещённость от одновременной горизонтальной освещённости под открытым небом, т.е.

$$e_T = \frac{E_T}{E_0} \cdot 100 \%, \quad (1)$$

где  $e_T$  — коэффициент естественной освещённости;  $E_T$  — освещённость, которую создает участок неба, видимый через заполненный светопроём в расчетной точке  $T$  горизонтальной поверхности;  $E_0$  — освещённость в той же точке  $T$ , создаваемая в то же время всем небосводом МКО (обычно  $E_0$  измеряют люксметром на кровле здания при отсутствии затеняющих небо предметов).

Естественное освещение по расположению плоскостей светопропускания условно делят на *боковое* (одностороннее, двустороннее и многостороннее); *верхнее* (с фонарями-надстройками, зенитными фонарями и в перепадах высот); *комбинированное* (боковое и верхнее).

В методических указаниях рассмотрен расчет бокового одно- и двухстороннего, верхнего и комбинированного освещения для промышленных зданий.

Для бокового одностороннего освещения *КЕО* нормируют в точке  $T$  на линии пересечения вертикальной плоскости характерного разреза помещения с условной рабочей поверхностью (УРП). УРП — горизонтальная поверхность, на которой выполняют максимальное число трудовых операций.

Расчетную точку Т размещают в зависимости от разряда зрительных работ в помещении от противостоящей стены следующим образом:

- 1,5 высоты от пола до верха светопроемов для зрительных работ I — IV разрядов;
- 2 высоты от пола до верха светопроемов для зрительных работ V — VII разрядов;
- 3 высоты от пола до верха светопроемов для зрительных работ VI — VIII разрядов.

Если глубина помещений меньше 6 м, то точку Т размещают на расстоянии 1 м от стены, противоположной световому проему.

При верхнем или комбинированном освещении нормируют среднее значение  $KEO$ , определенное в точках, расположенных на линии пересечения плоскости характерного разреза помещения и УРП. Первую и последнюю точки принимают на расстоянии 1000 мм от стен (перегородок) или осей колонн.

## 2 Нормирование естественного освещения

Естественное освещение нормируют в зависимости от функции здания (отдельно для промышленных, жилых и общественных зданий) [1, таблица 1]. Настоящие методические указания ориентированы на расчет естественного освещения производственного здания.

В соответствии с действующими нормами величину  $KEO$  в производственных помещениях нормируют на уровне УРП. В производственных зданиях ее располагают на высоте 800 или 1000 мм над уровнем чистого пола.

Величина  $KEO$  нормируется в зависимости от разряда зрительных работ в помещении [1]. Все работы разделены на восемь разрядов с учетом величины объекта различения (таблица 1).

Территория России разделена на пять групп административных районов по ресурсам светового климата (см. приложение А). В СНиП [1, таблица 1] приведены нормируемые значения  $KEO$  для I группы, поэтому нормируемое значение  $KEO$  для зданий, расположенных в других районах следует определять по формуле

$$e_N = e_H \cdot m_N, \quad (2)$$

где  $e_H$  — значение  $KEO$  для соответствующего вида освещения и разряда зрительных работ [1, 2; таблица 1];  $m_N$  — коэффициент светового климата (таблица 2);  $N$  — номер группы обеспеченности естественным светом (приложение А); для первой группы  $e_N = e_H$ .

Полученные по формуле значения следует округлять до сотых долей.  
 Допускается снижение расчетного значения КЕО  $e_p$  от нормируемого КЕО  $e_n$  не более, чем на 10 %.

Таблица 1 — Характеристика разрядов зрительной работы

Разряд зрительной работы	Характеристика зрительной работы	Наименьший или эквивалентный размер объекта различения, мм
<b>I</b>	Наивысшей точности	Менее 0,15
<b>II</b>	Очень высокой точности	От 0,15 до 0,30
<b>III</b>	Высокой точности	От 0,30 до 0,50
<b>IV</b>	Средней точности	Св. 0,5 до 1,0
<b>V</b>	Малой точности	Св. 1 до 5
<b>VI</b>	Грубая (очень малой точности)	Более 5
<b>VII</b>	Работа со светящимися материалами и изделиями в горячих цехах	Более 0,5
<b>VIII</b>	Общее наблюдение за ходом производственного процесса: постоянное или периодическое; общее наблюдение за инженерными коммуникациями	—

Таблица 2 — Коэффициенты светового климата в зависимости от группы административного района и ориентации световых проемов по сторонам горизонта

Световые проемы	Ориентация световых проемов по сторонам горизонта	Коэффициент светового климата $m_N$				
		Номер группы административных районов				
		1	2	3	4	5
В наружных стенах зданий	С	1	0,9	1,1	1,2	0,8
	СВ, СЗ	1	0,9	1,1	1,2	0,8
	З, В	1	0,9	1,1	1,1	0,8
	ЮВ, ЮЗ	1	0,85	1,0	1,1	0,8
	Ю	1	0,85	1,0	1,1	0,75
В зенитных фонарях	-	1	0,9	1,2	1,2	0,75
В прямоугольных и трапециевидных фонарях	С-Ю	1	0,9	1,1	1,2	0,75
	СВ-ЮЗ	1	0,9	1,2	1,2	0,7
	ЮВ-СЗ	1	0,9	1,2	1,2	0,7
	В-З	1	0,9	1,1	1,2	0,7

Примечание — Номер группы административного района следует определять по приложению А.

Для нормирования и расчета естественного освещения принято следующее допущение: небосвод должен быть полностью закрыт облаками (так называемое небо МКО).

Распределение яркости по небу МКО (Международная комиссия по освещению) определяют коэффициентом неравномерной яркости неба  $q$ . Указанный коэффициент получен из соображений, что яркость участка неба, видимого под углом  $45^\circ$  к горизонтальной плоскости, условно принята за единицу.

Тогда коэффициент  $q$  можно определить из зависимостей

$$\begin{cases} q = 0,42 + 0,85 \sin \theta \\ q_1 = 0,77 + 0,51 \sin \theta \end{cases} \quad (3)$$

где  $q$  — коэффициент неравномерной яркости неба для обычных условий;  $q_1$  — коэффициент неравномерной яркости неба для случая, когда земля полностью покрыта снегом и ее отражающая способность (альбедо) влияет на отражающую способность небосвода;  $\theta$  — угловая высота участка неба, видимого из расчетной точки.

Параметры  $q$  и  $q_1$  приводят в нормативной и справочной литературе [1—4] в табличной форме (таблица 3) или в виде графика.

**Таблица 3 — Значения коэффициента  $q$ , учитывающего неравномерную яркость облачного неба МКО**

Угловая высота середины светопроема над рабочей поверхностью, град	$q$	Угловая высота середины светопроема над рабочей поверхностью, град	$q$
2	0,46	50	1,08
6	0,52	54	1,12
10	0,58	58	1,16
14	0,64	62	1,18
18	0,69	66	1,21
22	0,75	70	1,23
26	0,80	74	1,25
30	0,86	78	1,27
34	0,91	82	1,28
38	0,96	86	1,28
42	1,00	90	1,29
46	1,04		

*Примечание* — При промежуточных значениях угловой высоты значения коэффициента  $q$  находят линейной интерполяцией

### 3 Проектирование естественного освещения

Проектирование естественного освещения зданий должно базироваться на детальном изучении технологических или иных трудовых процессов, выполняемых в помещениях. При этом должны быть определены следующие характеристики:

- характеристика зрительной работы, наименьший размер объекта различения, разряд зрительной работы;
- местонахождение здания на карте светового климата;
- нормированное значение  $KEO e_n$  с учетом характера зрительной работы и светоклиматических особенностей места расположения здания;
- требуемая равномерность естественного освещения;
- габаритные размеры и расположение оборудования, возможное затенение им рабочих поверхностей;
- желательное направление падения светового потока на рабочую поверхность;
- дополнительные требования к освещению, вытекающие из специфики технологического процесса и архитектурных требований к интерьеру (требования к спектральному составу искусственного света, постоянство освещенности во времени, насыщенность помещения светом, распределение яркости в поле зрения, соотношение освещенности на вертикальной и горизонтальной поверхностях).

***Проектирование естественного освещения зданий целесообразно осуществлять в следующей последовательности:***

***1-й этап:***

- определение требований к естественному освещению помещений; определение нормированного значения  $KEO$  по разряду преобладающих в помещении зрительных работ;
- выбор систем освещения;
- выбор типов светового проема и светопропускающего материала;
- учет ориентации зданий и световых проемов по сторонам горизонта;

***2-й этап:***

- выполнение предварительного расчета естественного освещения помещений (определение необходимой площади световых проемов);
- уточнение параметров световых проемов и помещений;

***3-й этап:***

- выполнение проверочного расчета естественного освещения помещений;

- определение помещений, зон и участков, имеющих недостаточное по нормам естественное освещение;
- определение требований к эксплуатации световых проемов (необходимость устройства подходов к остеклению);

**4-й этап:**

- внесение необходимых коррективов в проект естественного освещения и повторный проверочный расчет (при необходимости).

Систему естественного освещения зданий (боковое, верхнее или комбинированное) рекомендуется выбирать с учетом следующих факторов:

- назначения и принятого архитектурно-планировочного, объемно-пространственного и конструктивного решения зданий;
- требований к естественному освещению помещений, учитывающих особенности технологии и характера зрительной работы;
- климатических и светоклиматических особенностей места строительства;
- экономичности естественного освещения (по приведенным затратам).

При проектировании бокового естественного освещения следует применять, как правило, типовые конструкции окон, разработанные на основе единой для всех видов строительства номенклатуры окон из дерева, стали и алюминиевых сплавов, приведенные в таблице 4.

**Таблица 4 — Координационные размеры окон в производственных зданиях**

Номер типовой серии или ГОСТ	Координационный размер окна (высота/ /ширина), м	
1.436.2-15	0,6 / 1,8; 2,4; 3 1,8 / 1,8; 2; 2,4; 3; 4,8; 6	1,2 / 1,8; 2; 2,4; 3; 4,8; 6 2,4 / 1,8; 2; 2,4; 3; 4,8; 6
1.436.3-16	1,2 / 1,8; 2; 2,4; 3 2,4 / 1,8; 2; 2,4; 3	1,8 / 1,8; 2; 2,4; 3
1.436.2-17	0,6 / 1,8; 2,4; 3 1,8 / 1,8; 2; 2,4; 3; 4,8; 6	1,2 / 1,8; 2; 2,4; 3; 4,8; 6 2,4 / 1,8; 2; 2,4; 3; 4,8; 6
ГОСТ 12506-81	1,2 / 1,8; 2,4; 3	1,8 / 1,8; 2,4; 3

*Примечание* — Над чертой — высота окна, под чертой — его ширина.

В производственных зданиях промышленных предприятий следует использовать типовые конструкции окон со стальными переплетами следующих серий:

1.436.2-15 — Окна с переплетами из спаренных прямоугольных стальных труб и механизмы открывания.

1.436.3-16 — Окна с переплетами из гнутых профилей, изготовлен-

ных из тонколистовой стали и механизмы открывания.

1.436-2-17 — Окна с переплетами из одинарных прямоугольных стальных труб и механизмы открывания.

В производственных и вспомогательных зданиях промышленных и сельскохозяйственных предприятий могут применяться окна с деревянными переплетами в соответствии с ГОСТ 12506-81.

При многоярусной установке окон в соответствии с сериями: 17436.2-15, 1.436.2-17 и ГОСТ 12506-81 общая высота остекления не должна превышать 7,2 м; для окон серии 1.436.3-16 максимально возможная высота окон составляет 6 м.

При проектировании бокового естественного освещения в производственных зданиях *высоту окон следует принимать* в зависимости от глубины помещения и точности выполняемых зрительных работ. При этом в помещениях с высотой 7,2 м и менее целесообразно окна размещать в один ярус, а в помещениях с высотой свыше 7,2 м — в два яруса, соответственно в нижней и верхней зонах стены.

Распределяя оконные проемы по фасаду следует учитывать равномерность распределения естественного освещения в помещении. На рисунке 1 показано влияние геометрии оконных проемов на распределения света в помещении.

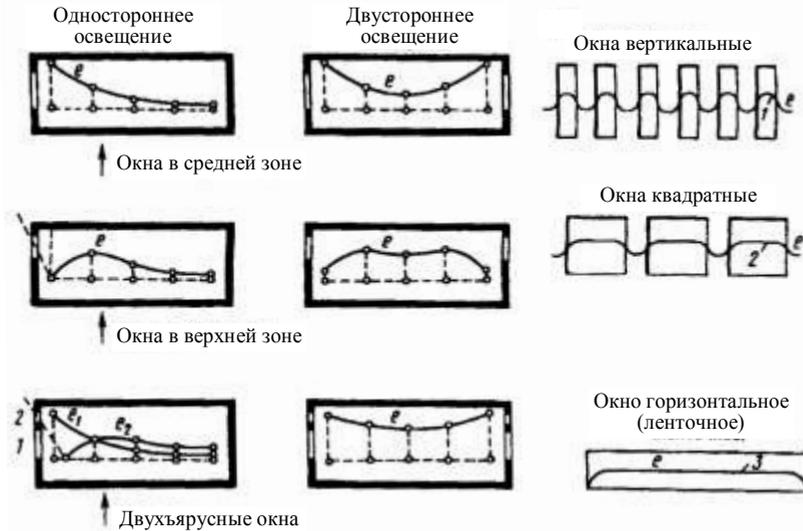


Рисунок 1 — Распределение КЕО при изменении конфигурации оконных проемов

Остекленные ограждения могут быть в виде отдельных окон, разделенных простенками; ленточными (в одну или несколько лент по высоте стен) и сплошными. При проектировании оконных проемов необходимо иметь в виду, что излишняя площадь остекления является причиной перегрева помещений в летний период и переохлаждения зимой. Сплошное остекление, помимо создания хорошего естественного освещения, может быть целесообразно для зданий с избыточным тепловыделением и взрывоопасным производством.

Также следует помнить, что размещение и выбор конфигурации оконных проемов всегда компромисс между теплотехническими показателями ограждающих конструкций и обеспечением естественной освещенности.

#### 4 Расчет бокового естественного освещения

Достаточность размеров и расположение световых проемов в помещении, а также соблюдение требований норм естественного освещения помещений определяют *предварительным и проверочным* расчетами.

*Для предварительного расчета размеров световых проемов* при боковом освещении следует применять рисунок 2 [5].

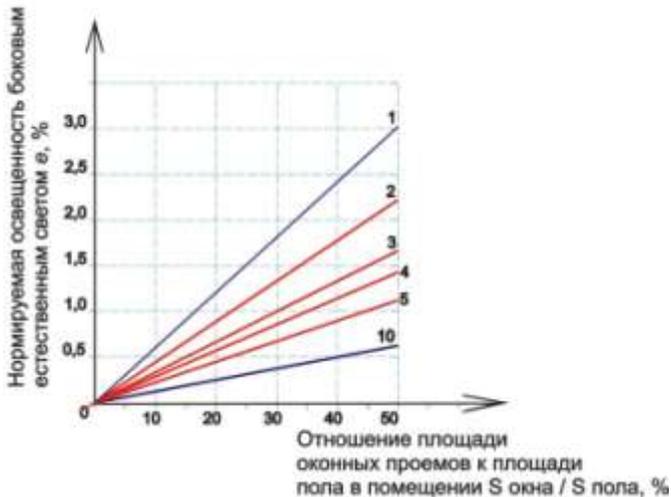


Рисунок 2 — График для определения  $KEO$  при боковом освещении помещений общественных и производственных зданий

Значения  $KEO$  определяют по рисунку 2 в такой последовательности:

а) по строительным чертежам находят суммарную площадь световых проемов (в свету)  $S_o$  и освещаемую площадь пола помещения  $S_n$  и определяют значение  $S_o/S_n$ ;

б) определяют глубину помещения  $d_n$  и высоту верхней грани световых проемов над уровнем условной рабочей поверхности  $h_{o1}$  и по ним значение  $d_n/h_{o1}$ ;

в) по значениям  $S_o/S_n$  и  $d_n/h_{o1}$  находят точку с соответствующим значением  $e$ .

**Проверочный расчет КЕО** в помещениях следует производить согласно указаниям [1, 2, 5].

Проверочный расчет бокового освещения выполняют с целью уточнения площади остекления, достаточной для обеспечения нормируемой освещенности в помещении промышленного здания.

На начальном этапе проектирования есть несколько путей решения подобной проблемы:

1. Самостоятельно запроектировать некую конфигурацию оконных проемов (см. рисунок 3), а затем выполнить проверку достаточности освещения естественным светом;

2. Выполнить расчет достаточной площади остекления, а затем разместить по фасаду необходимое количество светопрозрачных конструкций.

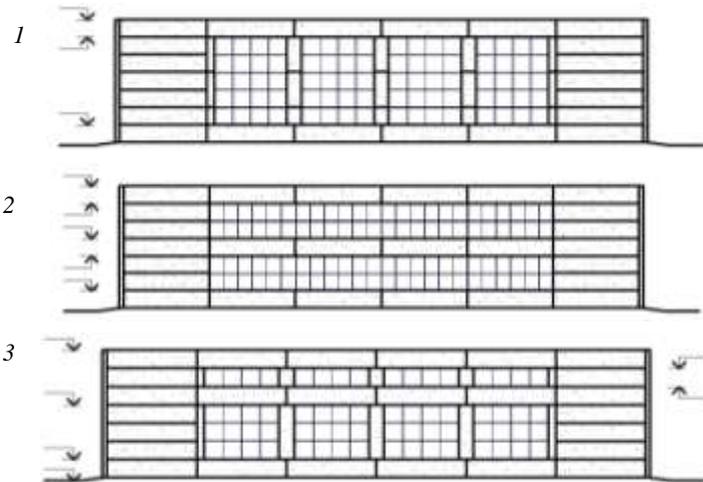


Рисунок 3 — Варианты размещения остекления по фасаду производственного здания: 1 — отдельные проемы; 2 — ленточное остекление; 3 — точечное остекление с размещением на разных высотах

Предварительный расчет площади световых проемов при боковом освещении производится по формуле

$$\frac{S_{II}}{S_O} \times 100 = \frac{e_H K_3 \eta_0}{\tau_0 r_1} K_{здания} \quad (4)$$

Тогда  $S_O$  площадь световых проемов будет равна

$$S_O = \frac{S_{II} \tau_0 r_1 \cdot 100}{e_H K_3 \eta_0 K_{здания}} \quad (5)$$

где  $S_O$  — площадь световых проемов (в свету) при расчете бокового освещения;  $S_{II}$  — площадь пола помещения;  $e_H$  — нормируемое значение КЕО [2, таблица 1];  $K_3$  — коэффициент запаса, учитывающий загрязнение стекол в процессе эксплуатации (см. таблицу 5);  $\eta_0$  — световая характеристика окон [4, таблица 4.16];  $K_{здания}$  — коэффициент, учитывающий затенение окон противостоящим зданием [4, таблица 4.17];  $r_1$  — коэффициент, учитывающий повышение КЕО за счет света, отражающегося от поверхностей стен, пола, потолка и подстилающего слоя, прилегающего к зданию (приложение А);  $\tau_0$  — общий коэффициент светопропускания, определяемый по формуле (6):

$$\tau_0 = \tau_1 \cdot \tau_2 \cdot \tau_3 \cdot \tau_4 \cdot \tau_5, \quad (6)$$

где  $\tau_1$  — коэффициент светопропускания остекления [4, таблицы 4.18-4.19], (можно принять  $\tau_1 = 0,9$  — для обычного стекла;  $0,8$  — для профильного стекла;  $0,75$  — для стеклоблоков;  $0,81$  — для однокамерных стеклопакетов;  $0,64$  — для двухкамерных стеклопакетов);  $\tau_2$  — коэффициент, учитывающий потери света в переплетах светопроемов (для деревянных одинарных переплетов  $\tau_2 = 0,75$ ; спаренных  $\tau_2 = 0,7$ ; при использовании металлических переплетов  $\tau_2$  следует принимать следующим образом: переплеты металлические одинарные открывающиеся  $\tau_2 = 0,9$ ; переплеты металлические одинарные глухие  $\tau_2 = 0,6$ ; переплеты металлические двойные глухие  $\tau_2 = 0,8$ ; для стекложелезобетонных панелей при размещении в них стеклоблоков  $\tau_2$  принимают равным  $0,9$ );  $\tau_3$  — коэффициент, учитывающий потери света в несущих конструкциях (при боковом освещении  $\tau_3 = 1$ );  $\tau_4$  — коэффициент, учитывающий потери света в солнцезащитных устройствах;  $\tau_5$  — коэффициент, учитывающий потери света в защитной сетке, устанавливаемой под фонарями (при расчете верхнего освещения принять равным  $0,9$ ).

Таблица 5 — Коэффициент запаса для производственных зданий

Помещения	Примеры помещений	Коэффициент запаса при наклоне светопрозрачной створки к горизонту, градусы			
		0-15	16-45	46-75	76-90
Производственные помещения с воздушной средой, содержащей в рабочей зоне:					
св. 5 мг/м <sup>3</sup> пыли, дыма, копоти	Агломерационные фабрики, цементные заводы и обрубные отделения литейных цехов	2,0	1,8	1,7	1,5
от 1 до 5 мг/м <sup>3</sup> пыли, дыма, копоти	Цехи кузнечные, литейные, мартеновские, сборного железобетона	1,8	1,6	1,5	1,4
менее 1 мг/м <sup>3</sup> пыли, дыма, копоти	Цехи инструментальные, сборочные, механические, механосборочные, пошивочные	1,6	1,5	1,4	1,3
значительные концентрации паров, кислот, щелочей, газов, способных при соприкосновении с влагой образовывать слабые растворы кислот, щелочей, а также обладающих большой коррозивирующей способностью	Цехи химических заводов по выработке кислот, щелочей, едких химических реактивов, ядохимикатов, удобрений, цехи гальванических покрытий и различных отраслей промышленности с применением электролиза	2,0	1,8	1,7	1,5

**Исходные данные:**

а) нормируемое значение  $KEO$ , коэффициент запаса, средневзвешенный коэффициент отражения потолка, стен и пола (принять из общих исходных данных — приложение Б);

б) начертить схему плана и разреза (рисунок 4) расчетного помещения (взять из исходных данных) с показом расчетной точки и габаритов помещения (рисунок 5);

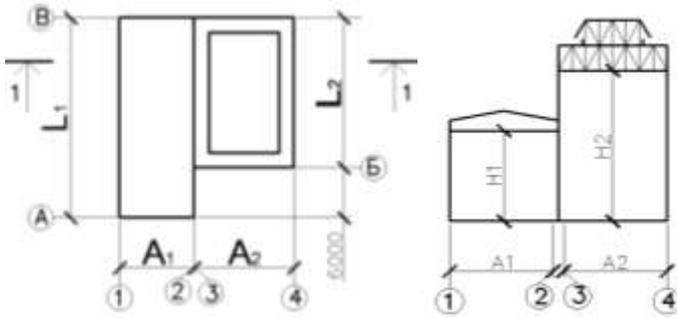


Рисунок 4 — Схема к общим исходным данным

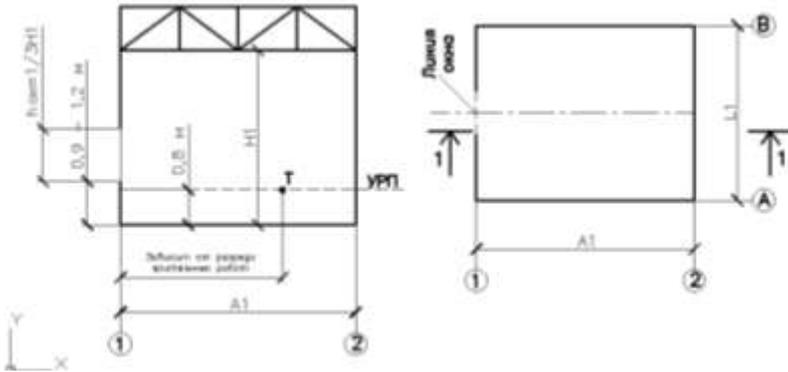


Рисунок 5 — Схема плана и разреза к расчету бокового освещения

в) подобрать тип окон и рассчитать их общий коэффициент светопропускания  $\tau_o$

### Расчет КЕО в нормируемой точке.

КЕО в нормируемой точке следует определять из зависимости

$$e_p^{\delta} = (e_p^{\delta} q \beta_{\alpha} + \varepsilon_{зд} \varepsilon_{\phi} \gamma_{\alpha} K_{зд}) \cdot r_0 \cdot \frac{\tau_0}{K_3}, \quad (7)$$

где  $e_p^{\delta}$  — геометрический КЕО;  $e_p^{\delta} = 0,01 n_1 n_2$ ;  $q$  — коэффициент неравномерной яркости неба, определяемый по формуле (1);  $\beta_{\alpha}$  — ко-

эффицент ориентации световых проемов, учитывающий ресурсы естественного света по кругу горизонта, определяемый по таблице 6;  $\varepsilon_{3d}$  — геометрический КЕО, создаваемый в расчетной точке противостоящим зданием;  $e_p$  — средняя относительная яркость противостоящего здания;  $\gamma_\alpha$  — коэффициент ориентации фасада противостоящего здания, учитывающий зависимость его яркости от ориентации по сторонам горизонта;  $K_{3d}$  — коэффициент, учитывающий изменение внутренней отраженной составляющей КЕО в помещении при наличии противостоящих зданий;  $r_0$  — коэффициент, учитывающий повышение КЕО благодаря свету, отраженному от поверхностей помещения и подстилающего слоя при открытом горизонте;  $\tau_0$  — общий коэффициент светопропускания светопроема;  $K_z$  — коэффициент запаса.

В отсутствие противостоящих зданий зависимость (7) принимает вид

$$e_p^{\delta} = \frac{\varepsilon_p^{\delta} q \beta_\alpha r_0 \tau_0}{K_z}. \quad (8)$$

Таблица 6 — Значения коэффициента  $\beta_\alpha$  в зависимости от ориентации светового проема и плотности застройки (Н/Р)

Отношение высоты здания к расстоянию между ними (Н/Р)	Ориентация окон по сторонам горизонта				
	Ю	ЮВ, ЮЗ	В, З	СВ, СЗ	С
0	1,34	1,32	1,24	1,09	1,00
0,176	1,33	1,31	1,23	1,08	1,00
0,364	1,32	1,28	1,18	1,06	1,00
0,577	1,28	1,24	1,11	1,01	1,00
0,833	1,23	1,16	1,05	1,00	1,00
1,192	1,16	1,08	1,02	1,00	1,00
1,732	1,08	1,03	1,00	1,00	1,00
2,747	1,02	1,00	1,00	1,00	1,00

### Построение графика изменения КЕО.

Для построения графика необходимо:

1. Начертить схему разреза и плана помещения, как показано на рисунке 4.

2. Нанести условную рабочую поверхность УРП, распределить на ней расчетные точки (минимум пять, максимальное количество расчетных точек не ограничено).

3. Рассчитать КЕО в каждой из расчетных точек по изложенной выше методике и результаты занести в таблицу 7.

Таблица 7— Вedomость расчетных характеристик при боковом освещении

Номер расчетной точки	$n_1$	$a$	$n_2$	$\varepsilon_p^{\circ}$	$q$	$\beta_a$	$r_0$	$\tau_0$	$K_3$	$e_p^{\circ}$
1										
2										
3										
4										
5										

4. Построить график по расчетным значениям  $e_p^{\circ}$ . На графике должны быть нанесены оси абсцисс и ординат. Удобно (но не обязательно) ось абсцисс совмещать с УРП, а ось ординат разместить вне здания.

5. На оси абсцисс наносят расчетные точки 1—5, а по оси ординат откладывают расчетные значения  $KEO$  в процентах.

Пример графика распределения бокового естественного освещения приведен на рисунке 6.

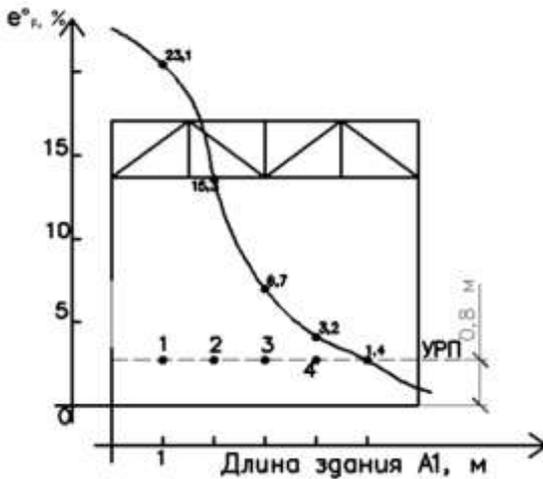


Рисунок 6 — Пример графика изменения КЕО при боковом освещении

## 5 Расчет верхнего естественного освещения

Последовательность расчета верхнего освещения приближенно такая же, как и бокового, но есть и отличия:

1. Верхнее освещение следует разделить:
  - освещение через фонари-надстройки;
  - освещение через зенитные фонари.

Совмещенное освещение складывается из верхнего и бокового, таким образом, при расчете совмещенного освещения последовательно выполняются расчеты бокового, затем верхнего освещения, находят суммарное среднее значение, которое и следует сравнивать с нормативным.

2. *Нормируют* при верхнем освещении *среднее значение КЕО*, а не *КЕО* в расчетной точке.

Рассмотрим расчет верхнего освещения через фонари-надстройки.

В настоящее время наибольшее распространение в промышленном строительстве имеют П-образные фонари надстройки.

В дальнейшем расчет освещения будет ориентирован на них.

Прямоугольные светоаэрационные фонари (П-образные) следует применять в производственных зданиях со значительными (свыше  $23 \text{ Вт/м}^2$ ) избытками явного тепла.

Фонари устраивают, как правило, в средних пролетах, но не исключено их применение и в крайних, если по какой-то из причин боковое освещение устроить невозможно или оно недостаточно для обеспечения нормированной освещенности.

При размещении прямоугольных светоаэрационных фонарей в покрытиях зданий расстояние между торцами фонарей и между торцом фонаря и наружной стеной должно быть равным или кратным шагу строительных конструкций. По противопожарным нормам длина фонаря не должна превышать 84 м.

Для обеспечения равномерного освещения остекления фонаря и незатеняемости производственных помещений расстояния между осями смежных фонарей принимают  $4h$  ( $h$  — высота фонаря).

Габариты фонарей определяют по приложению Г.

### **Исходные данные:**

1. Нормируемое значение *КЕО*, коэффициента запаса и средневзвешенного коэффициента отражения потолка, стен и пола принять из общих исходных данных.

2. Подобрать характеристики светопрозрачных конструкций фонарей; вид переплетов, количество слоев стекла и тому подобное, а также

несущие конструкции покрытия здания (они нужны для определения потерь света в несущих конструкциях покрытия при верхнем освещении).

3. Начертить схему разреза помещения с фонарем и схему плана фонаря. Считать, что створка фонаря идет на всю его длину (см. рисунок 7).

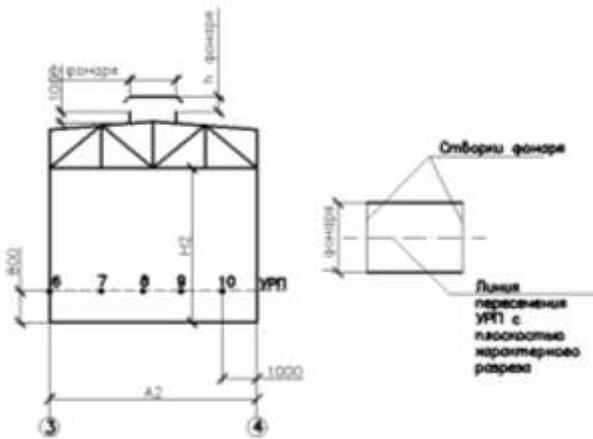


Рисунок 7 — Схема к расчету  $KEO$  при верхнем освещении

Рассчитать общий коэффициент светопропускания  $\tau_0$  створки вместе с покрытием по формуле (4). Затем рассчитать  $KEO e_p^6$  в каждой точке по формуле

$$e_p^6 = (\varepsilon_n^6 + \varepsilon_{отр}^6) \frac{\tau_0}{K_3} \quad (9)$$

где  $\varepsilon_n^6$  — геометрический  $KEO$  при верхнем освещении (пример расчета приведен в приложении Е);  $\varepsilon_{отр}^6$  — геометрический  $KEO$  в расчетной точке, создаваемый отраженным светом от внутренних поверхностей помещения;  $\tau_0$  — общий коэффициент светопропускания створки фонаря и покрытия;  $K_3$  — коэффициент запаса.

Результаты расчетов записать в таблицу 7.

Пример графика изменения  $KEO$  при верхнем освещении приведен на рисунке 8.

Среднюю величину  $KEO e_{cp}^6$  определяют из зависимости

$$e_{cp}^6 = \frac{e_1 + e_2 + \dots + e_N}{N} \quad (10)$$

где  $e_1 \dots e_N$  — значения  $KEO$  в каждой расчетной точке (см. таблицу 8);  
 $N$  — количество расчетных точек (не менее пяти).

Полученное значение  $e_{cp}^6$  необходимо сравнить с  $e_N$  (см. общие исходные данные) и оценить обеспеченность естественным светом при верхнем освещении.

Таблица 8 — Ведомость расчетных характеристик при верхнем естественном освещении

Номер расчетной точки	$n_2$	$a$	$n_3$	$e_p^6$	$\varepsilon_{отр}^6$	$\tau_0$	$K_3$	$e_p^6$	$e_{cp}^6$
6									
7									
8									
9									
10									

Примечание — Первую точку при верхнем освещении целесообразно начать с пятой при боковом освещении с целью уменьшения объема расчетов и упрощения построения графика

Корректировку площади створок фонаря не производят.

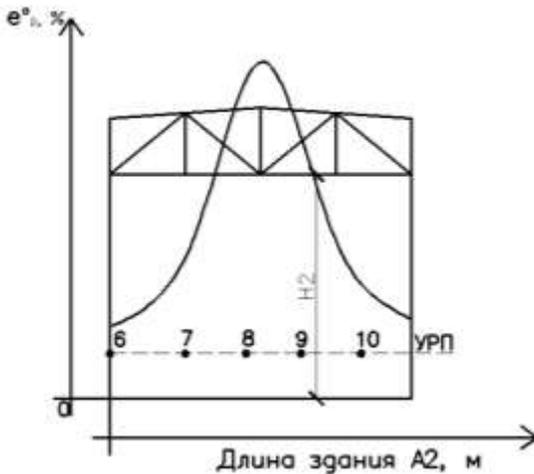


Рисунок 8 — График изменения  $KEO$  при верхнем освещении

## Приложения

### Приложение А

#### Группы административных районов по ресурсам светового климата

Номер группы	Административный район
1	2
1	Владимирская, Калужская области, Камчатский край, Кемеровская область, Красноярский край (севернее 63° с.ш.), Курганская, Московская, Нижегородская, Новосибирская, Омская области, Пермский край, Рязанская область, Республика Башкортостан, Республика Мордовия, Республика Татарстан, Республика Саха (Якутия) (севернее 63° с.ш.), Свердловская, Смоленская, Тульская, Тюменская области, Удмуртская Республика, Хабаровский край (севернее 55° с.ш.), Челябинская область, Чувашская Республика, Чукотский автономный округ
2	Белгородская, Брянская, Волгоградская, Воронежская области, Забайкальский край, Кабардино-Балкарская Республика, Красноярский край (южнее 63° с.ш.), Курская, Липецкая, Магаданская, Оренбургская, Орловская, Пензенская области, Республика Алтай, Республика Бурятия, Республика Ингушетия, Республика Коми, Республика Саха (Якутия) (южнее 63° с.ш.), Республика Северная Осетия - Алания, Республика Тыва, Самарская, Саратовская, Сахалинская, Тамбовская, Ульяновская области, Хабаровский край (южнее 55° с.ш.), Ханты-Мансийский автономный округ, Чеченская Республика
3	Вологодская, Ивановская, Калининградская, Кировская, Костромская, Ленинградская, Ненецкий автономный округ, Новгородская, Псковская области, Республика Карелия, Тверская область, Ямало-Ненецкий автономный округ, Ярославская область
4	Архангельская, Мурманская области
5	Астраханская, Амурская области, Краснодарский край, Приморский край, Республика Дагестан, Республика Калмыкия, Ростовская область, Ставропольский край

**Значение коэффициента  $r_I$  в зависимости от удаленности расчетной точки относительно оконного проема\***

Отношение глубины помещения к высоте от уровня У.Р.П. до верха окна	Отношение расстояния от расчетной точки до окна к глубине помещения	Значение $r_I$ при боковом освещении								
		Средневзвешенный коэффициент отражения стен, пола, потолка								
		0,5			0,4			0,3		
		Отношение длины помещения к глубине $L_1/A_1$								
		0,5	1	2 и более	0,5	1	2 и более	0,5	1	2 и более
От 1 до 1,5	0,1	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,0	1,05	1,0	1,0
	0,5	1,4	1,3	1,2	1,2	1,15	1,1	1,2	1,1	1,1
	1	2,1	1,9	1,5	1,8	1,6	1,3	1,4	1,3	1,2
От 1,5 до 2,5	0,1	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,0	1,0
	0,3	1,3	1,2	1,1	1,2	1,15	1,1	1,15	1,1	1,05
	0,5	1,85	1,6	1,3	1,5	1,35	1,2	1,3	1,2	1,1
	0,7	2,25	2,0	1,7	1,7	1,6	1,3	1,55	1,35	1,2
	0,9	3,8	3,3	2,4	2,8	2,4	1,3	2,0	1,8	1,5
От 2,5 до 3,5	0,1	1,1	1,05	1,05	1,05	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
	0,3	1,2	1,15	1,1	1,15	1,1	1,1	1,1	1,1	1,05
	0,5	1,6	1,45	1,3	1,35	1,25	1,2	1,25	1,15	1,1
	0,7	2,6	2,2	1,7	1,9	1,7	1,4	1,6	1,5	1,3
	0,9	5,3	4,2	3,0	2,9	2,45	1,9	2,2	1,85	1,5
Более 3,5	0,1	1,2	1,15	1,1	1,1	1,1	1,05	1,05	1,05	1,0
	0,3	1,75	1,5	1,3	1,4	1,3	1,2	1,25	1,2	1,1
	0,5	3,4	2,9	2,5	2	1,8	1,5	1,7	1,5	1,3
	0,7	6	4,7	3,7	2,9	2,6	2,1	2,3	2,0	1,7
	0,9	9	7,1	5,6	4,3	3,6	3,0	3,0	2,6	2,1

*Примечание* — Данные  $r_I$  приведены в виде выборки для пяти расчетных точек, равномерно размещенных на условной рабочей поверхности.  
С полной версией таблицы можно ознакомиться [4, таблица 4.20].

## Приложение Б

### Расчет геометрического *КЕО* с использованием графического метода (по графикам А.М. Данилюка)

Наиболее распространённым методом определения величины *геометрического КЕО* является графический метод, разработанный А.М. Данилюком. Этот метод основан на закономерностях проекции телесного угла (рисунок В.1).

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

а) график I накладывают на чертеж поперечного разреза помещения, центр графика 0 совмещают с расчетной точкой А, а нижнюю линию графика — со следом рабочей поверхности (рисунок В.1, а);

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

в) отмечают номер полуокружности на графике I, которая проходит через точку С — середину светового проема;

г) график II накладывают на план помещения таким образом, чтобы его вертикальная ось и горизонталь, номер которой соответствует номеру полуокружности по графику I, проходили через точку С (рисунок В.1, б);

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

е) определяют геометрический коэффициент естественной освещенности по формуле (12).

*Геометрический коэффициент естественной освещенности* в какой-либо точке помещения *при верхнем освещении*  $\epsilon_p^6$  определяют по формуле

$$\epsilon_p^6 = 0,01 n_2 n_3, \quad (\text{В.1})$$

где  $n_3$  — количество лучей по графику Данилюка III, 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 в продольном разрезе помещения (в случае нескольких световых проемов  $n_3$  и  $n_2$  определяют отдельно для каждого проема, а затем произведения  $n_2 n_3$  суммируют).

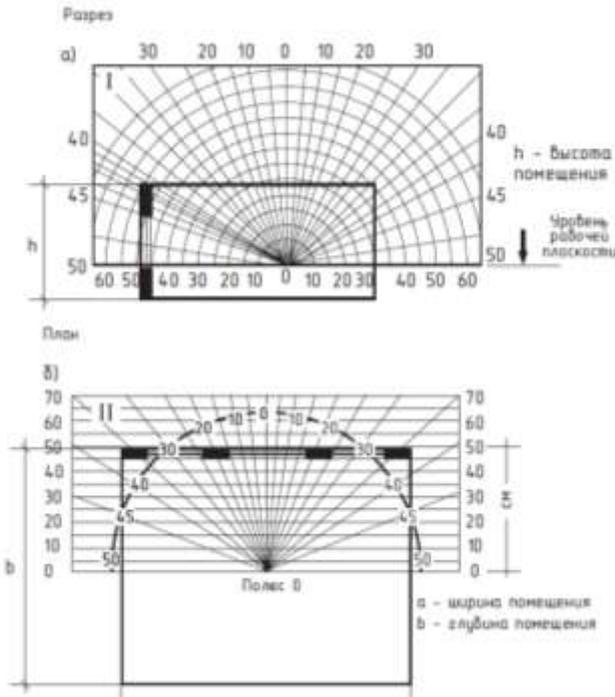


Рисунок В.1 — К определению КЕО по графикам Данилюка I и II

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

а) график III накладывают на чертеж поперечного разреза помещения, центр графика  $O$  совмещают с расчетной точкой, а нижнюю линию графика III — со следом рабочей поверхности;

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

в) отмечают номер полуокружности графика III, которая проходит через точку  $C$  — середину светового проема;

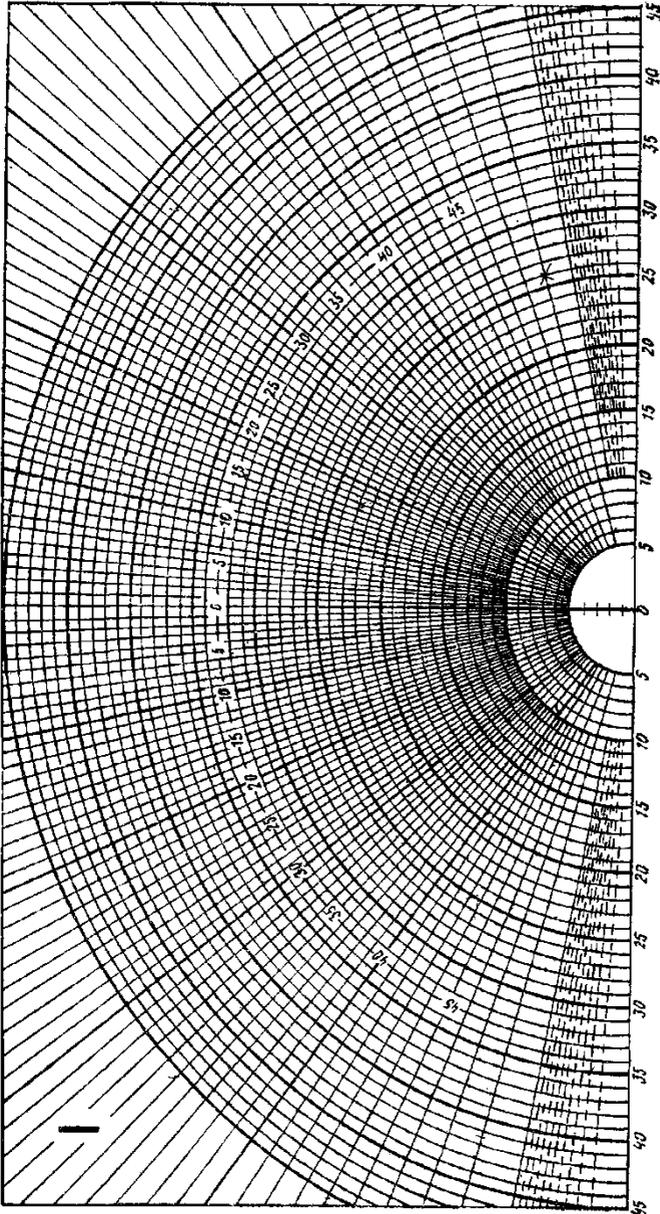
г) график II накладывают на чертеж продольного разреза помещения таким образом, чтобы его вертикальная ось и горизонталь, номер которой соответствует номеру полуокружности по графику III, совпали;

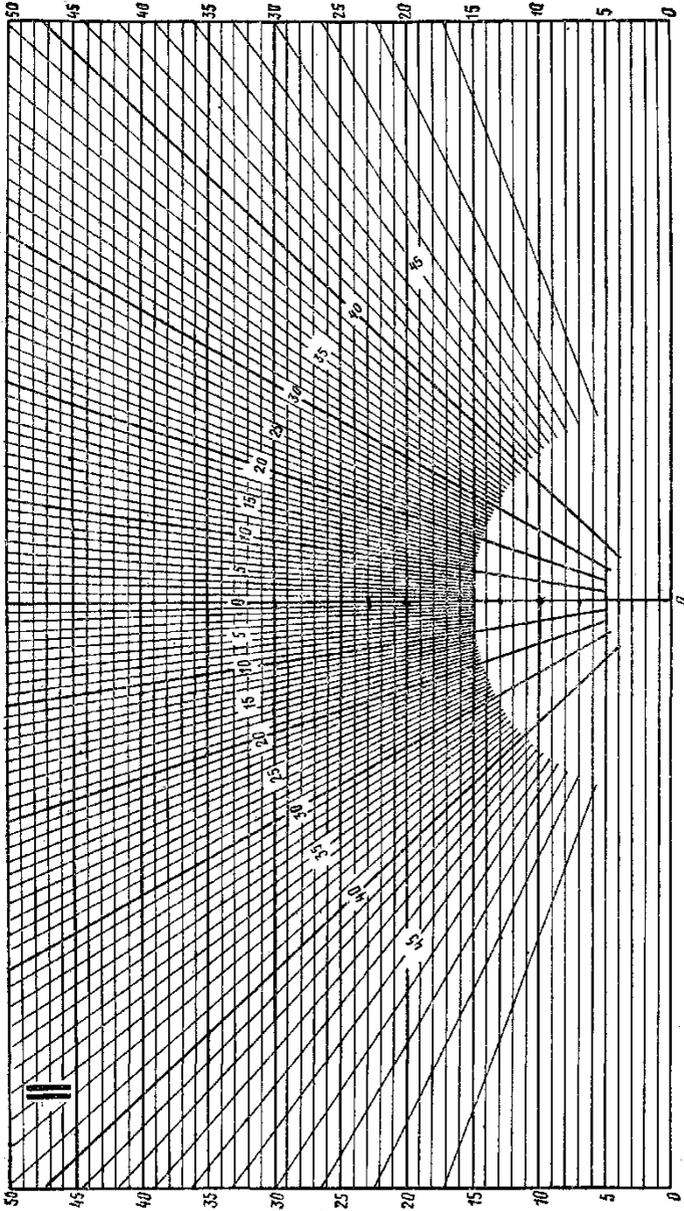
д) подсчитывают количество лучей  $n_2$  по графику II, проходящих от неба через световые проемы;

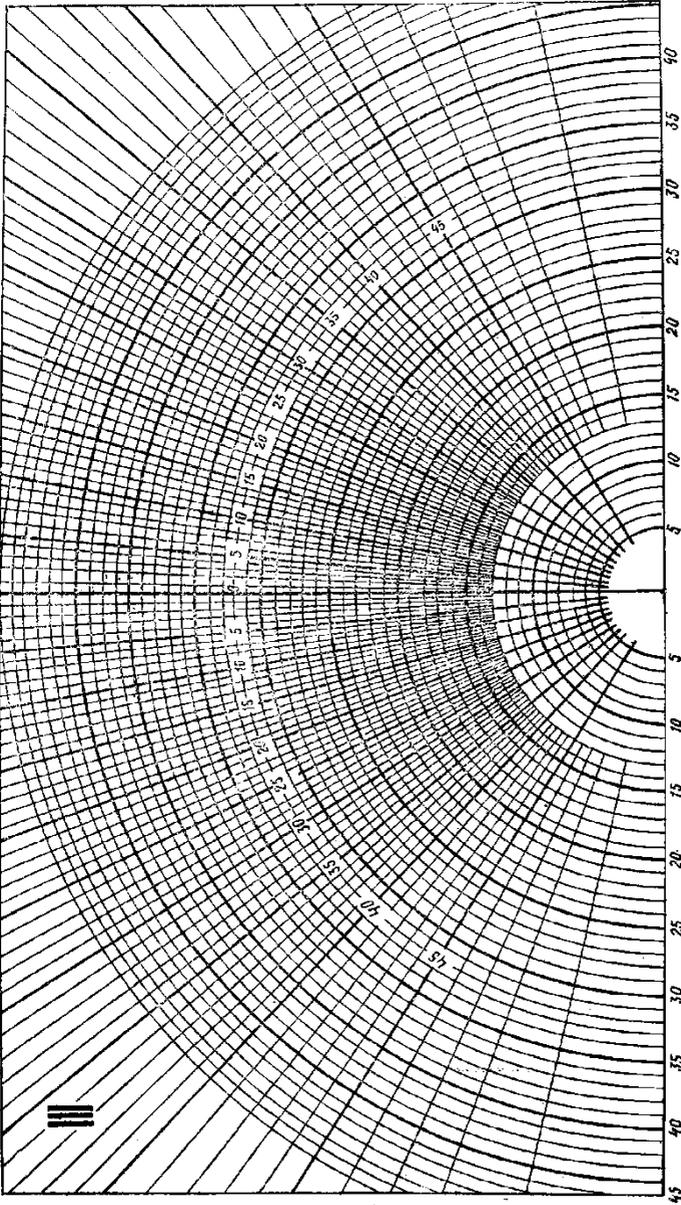
е) определяют геометрический коэффициент естественной освещенности по формуле (В.1).

## Приложение В

Графики А.М. Данилюка для выполнения геометрического расчета естественного освещения







## Приложение Г

### Пример расчета освещения естественным боковым светом

#### 1. Исходные данные.

Район строительства — г. Белгород.

Цех по производству мелких стеновых камней из керамзитобетона.

Разряд зрительной работы — VI.

Окна — глухие металлические переплеты с одинарным остеклением (в качестве светопрозрачного ограждения используют стекло листовое оконное одинарное).

Средневзвешенный коэффициент отражения стен, пола, потолка в производственных зданиях принять равным 0,4 [2].

Противостоящие здания отсутствуют.

#### 2. Расчет нормируемого значения КЕО.

Расчет нормируемого значения КЕО  $e_N$  осуществляют по формуле (2)

$$e_N = e_H \cdot m_N,$$

где  $e_H$  — нормируемое значение КЕО для VI разряда зрительных работ для первой группы административных районов по ресурсам светового климата  $e_H = 1,0 \%$  [1, таблица 1 и 2];  $m_N$  — коэффициент светового климата (таблица 2);  $N$  — номер группы обеспеченности естественным светом; для данного района строительства  $m_N = 0,9$  [1, приложение Д];

$$e_N = e_H m_N = 1 \cdot 0,9 = 0,9 \%$$

#### 3. Расчет КЕО боковым светом.

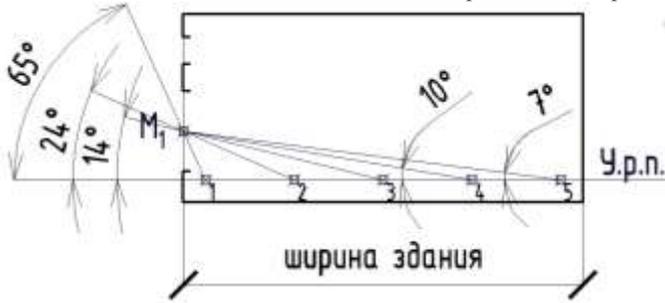
Рассчитать КЕО при боковом освещении  $e_p^\delta$  для случая, когда отсутствует противостоящее здание, по формуле (6)

$$e_p^\delta = \frac{\varepsilon_p^\delta q \beta_a r_0 \tau_0}{K_3}$$

где  $\varepsilon_p^\delta$  — геометрический КЕО;  $q$  — коэффициент неравномерной яркости неба рассчитывают по формуле (1)

$$q = 0,42 + 0,85 \sin \theta,$$

где  $\theta$  — угловая высота над УРП середины светопроема. Приняв высоту подоконника равной 0,8 м, получены габариты, приведенные на рисунке Г.1.

Рисунок Г.1 — К определению коэффициента  $q$ 

$\beta_\alpha$  — коэффициент ориентации световых проемов, учитывающий ресурсы естественного света по кругу горизонта определяют по таблице 3. В примере  $\beta_\alpha = 1,09$ ;  $r_0$  — коэффициент, учитывающий повышение КЕО благодаря свету, отраженному от внутренних поверхностей помещения (приложение А);  $\tau_0$  — общий коэффициент светопропускания, который определяют по формуле (4)

$$\tau_0 = \tau_1 \cdot \tau_2 \cdot \tau_3 \cdot \tau_4,$$

где  $\tau_1$  — коэффициент светопропускания остекления (в данном примере  $\tau_1 = 0,9$ );  $\tau_2$  — коэффициент, учитывающий потери света в переплетах светопроемов (для переплетов металлических одинарных глухих  $\tau_2$  принимают равным 0,9);  $\tau_3$  — коэффициент, учитывающий потери света в несущих конструкциях (при боковом освещении  $\tau_3 = 1$ );  $\tau_4$  — коэффициент, учитывающий потери света в солнцезащитных устройствах (в данном случае такие устройства отсутствуют, поэтому  $\tau_4$  принимают равным 1);

$$\tau_0 = \tau_1 \cdot \tau_2 \cdot \tau_3 \cdot \tau_4 = 0,9 \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot 1 = 0,81 \%$$

$K_z$  — коэффициент запаса [1, таблица 3]. В примере  $K_z = 1,2$ . В исходных данных указаны вид производства и возможный наклон окон.

Геометрический КЕО бокового освещения  $\varepsilon_p^\theta$  определяют по методике, изложенной в приложении В.

Предварительно следует определиться с размещением оконных проемов на фасаде (рисунок Г.2).

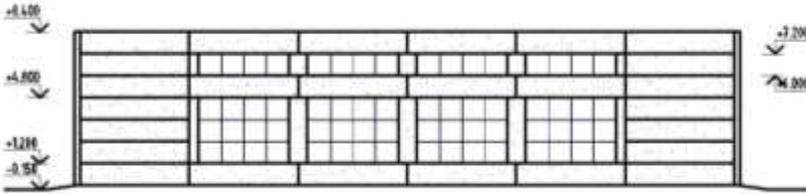


Рисунок Г.2 — Фасад производственного здания с возможным размещением оконных проемов

Затем на кальке наносят схемы разреза помещения и плана в масштабе 1:400 (рисунок Г.3).

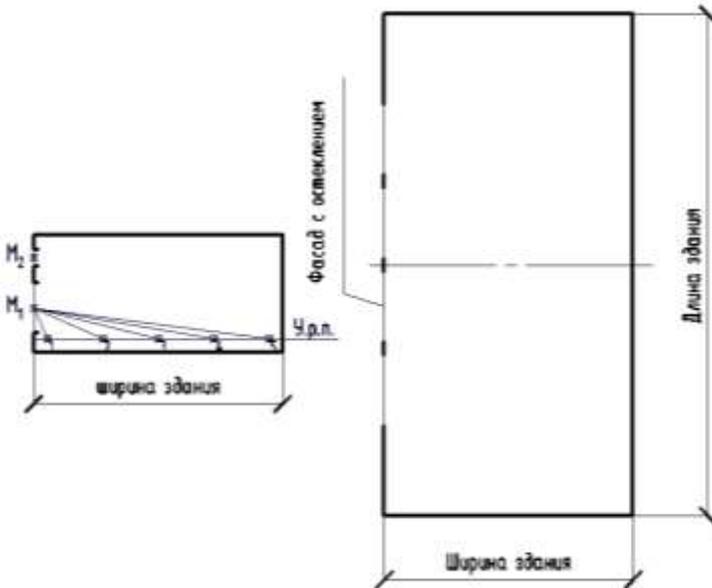


Рисунок Г.3 — План и разрез производственного здания к определению геометрического КЕО

Расчет выполняется отдельно для нижнего уровня остекления, затем подобный расчет выполняют для верхнего уровня остекления, результаты сводят в таблицы Г.1 и Г.2.

Для удобства выполнения расчета данные сводят в таблицу Г.1.

Таблица Г.1 — Ведомость расчетных характеристик при боковом освещении для оконных проемов с отметкой заложения +1.200

Номер расчетной точки	$n_1$	$a$	$n_2$	$\varepsilon_p^{\circ}$	$q$	$\beta_a$	$r_0$	$\tau_0$	$K_z$	$e_p^{\circ}$
1	35,9	5	80	28,7	1,08	1,09	1,0	0,81	1,2	27,26
2	2,9	10	64	1,86	0,59	1,09	1,1	0,81	1,2	0,89
3	0,9	15	62	0,56	0,53	1,09	1,3	0,81	1,2	0,28
4	0,5	23	60	0,30	0,50	1,09	1,7	0,81	1,2	0,19
5	0,2	30	56	0,11	0,47	1,09	2,1	0,81	1,2	0,11

Таблица Г.2 — Ведомость расчетных характеристик при боковом освещении для оконных проемов с отметкой заложения +6.000

Номер расчетной точки	$n_1$	$a$	$n_2$	$\varepsilon_p^{\circ}$	$q$	$\beta_a$	$r_0$	$\tau_0$	$K_z$	$e_p^{\circ}$
1	4	8	68	2,64	1,23	1,09	1,0	0,81	1,2	2,40
2	9	12	68	4,96	0,94	1,09	1,05	0,81	1,2	3,60
3	5	18	66	2,64	0,77	1,09	1,1	0,81	1,2	1,65
4	3	25	62	1,86	0,66	1,09	1,3	0,81	1,2	1,17
5	2	31	60	1,26	0,61	1,09	1,5	0,81	1,2	0,85

### 3. Построение графика изменения КЕО.

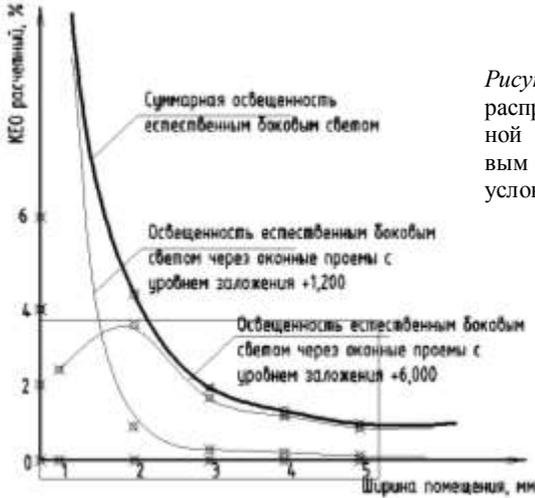


Рисунок Г.3 — График распределения естественной освещенности боковым светом в натуральных условиях

## Приложение Д

### Пример расчета освещения естественным верхним светом

#### 1. Исходные данные.

Район строительства — г. Белгород.

Разряд зрительной работы — IV.

Окна — неотрывающиеся двойные с деревянными переплетами.

Несущие конструкции покрытия — металлические фермы.

Солнцезащитные устройства — стационарные вертикальные жалюзи.

Прямоугольный фонарь-надстройка.

Габариты помещения приведены на рисунке Д.1.

#### 2. Расчет нормируемого значения КЕО.

Расчет нормируемого значения КЕО  $e_N$  осуществляют по формуле (2)

$$e_N = e_H \cdot m_N,$$

где  $e_H$  — нормируемое значение КЕО для VI разряда зрительных работ для первой группы административных районов по ресурсам светового климата  $e_H = 4,0\%$  [1, таблица 1 и 2];  $m_N$  — коэффициент светового климата (таблица 2);  $N$  — номер группы обеспеченности естественным светом (см. таблицу 2), для данного района строительства  $m_N = 0,9$  [1, приложение Д];

$$e_N = e_H m_N = 4 \cdot 0,9 = 3,6\%.$$

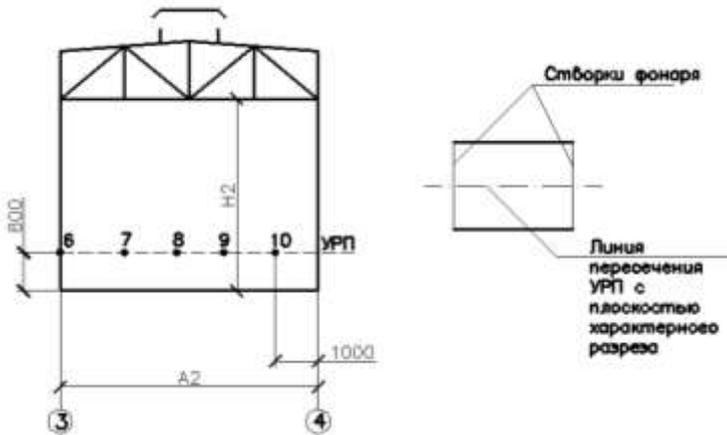


Рисунок Д.1 — Габариты производственного корпуса

3. Рассчитаем  $KEO$  при верхнем освещении  $e_p^6$  по формуле (7)

$$e_p^6 = (\varepsilon_n^6 + \varepsilon_{отр}^6) \frac{\tau_0}{K_3}$$

где  $\varepsilon_n^6$  — геометрический  $KEO$  при верхнем освещении;  $\varepsilon_{отр}^6$  — геометрический  $KEO$  в расчетной точке, в расчете верхнего освещения принять равным 1;  $\tau_0$  — общий коэффициент светопропускания фонаря и покрытия;  $K_3$  — коэффициент запаса [1, таблица 3], в примере  $K_3 = 1,5$ .

$$\tau_0 = \tau_1 \cdot \tau_2 \cdot \tau_3 \cdot \tau_4 \cdot \tau_5,$$

где  $\tau_1$  — коэффициент светопропускания остекления (в данном примере стекло листовое армированное имеет коэффициент  $\tau_1 = 0,6$ );  $\tau_2$  — коэффициент, учитывающий потери света в переплетах светопроемов (для переплетов металлических одинарных глухих  $\tau_2$  принимают равным 0,9);  $\tau_3$  — коэффициент, учитывающий потери света в несущих конструкциях (для железобетонных балок с высотой сечения более 50 см  $\tau_3 = 0,8$ );  $\tau_4$  — коэффициент, учитывающий потери света в солнцезащитных устройствах (в данном случае такие устройства отсутствуют, поэтому  $\tau_4$  принимают равным 1);  $\tau_5$  — коэффициент, учитывающий потери света в защитной сетке, устанавливаемой под фонарями,  $\tau_5 = 0,9$ .

$$\tau_0 = \tau_1 \cdot \tau_2 \cdot \tau_3 \cdot \tau_4 \cdot \tau_5 = 0,6 \cdot 0,9 \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 0,6 = 0,39.$$

Для удобства выполнения расчета данные заносят в таблицу Д.1.

Таблица Д.1 — Ведомость расчетных характеристик при верхнем освещении

Номер расч. точки	$n_2$	$a$	$n_3$	$\varepsilon_p^6$	$\varepsilon_{сп}^6$	$\tau_0$	$K_3$	$e_p^6$	$e_{сп}^6$
6	1,5	24	78	1,17	1	0,39	1,5	0,564	1,054
7	2	18	88	1,76	1	0,39	1,5	0,718	
8	10	13	94	9,4	1	0,39	1,5	2,704	
9	2	18	88	1,76	1	0,39	1,5	0,718	
10	1,5	24	78	1,17	1	0,39	1,5	0,564	

Расчетные значения необходимо представить в графическом виде, как показано на рисунке Д.2.

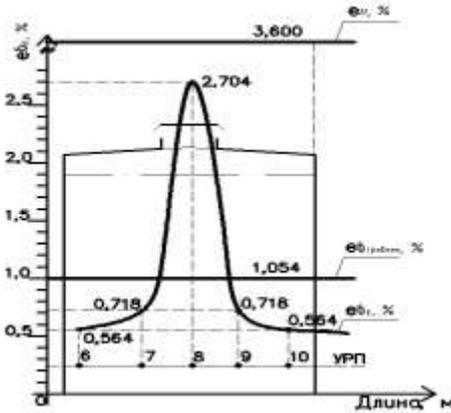


Рисунок Д.2 — График распределения естественного верхнего света от прямоугольного фонаря-надстройки в производственном корпусе

На графике Д.2 показано, что расчетное среднее значение освещенности намного меньше нормативного, следует добавить остекление по фасаду и выполнить дополнительно расчет освещенности боковым светом. Данные расчетов для контрольных точек следует сложить и представить в графическом виде.

При этом среднее результирующее значение освещенности комбинированным естественным светом должно быть больше нормативного.

## Приложение Е

*Таблица Е.1 — Исходные данные к выполнению расчета освещения естественным светом*

№ п/п	Схема плана (приложение Ж)	Разряд зрительных работ	Размеры пролета с боковым освещением			Размеры пролета с комбинированным освещением			Тип остекления (приложение И)
			Длина пролета $L_1$ , м	Ширина пролета $A_1$ , м	Высота до низа несущей конструкции $H_1$ , м	Длина пролета $L_2$ , м	Ширина пролета $A_2$ , м	Высота до низа несущей конструкции $H_2$ , м	
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>
<b>1</b>	4	I	36	18	7,2	60	30	9,6	3
<b>2</b>	3	III	54	24	9,6	54	24	8,4	2
<b>3</b>	1	II	42	18	7,2	36	18	8,4	4
<b>4</b>	2	V	54	18	8,4	66	24	10,8	5
<b>5</b>	4	IV	42	18	9,6	66	30	12,6	1
<b>6</b>	3	II	60	24	10,8	60	18	12,6	3
<b>7</b>	1	III	66	30	12,6	36	18	7,2	2
<b>8</b>	4	IV	54	24	9,6	72	36	14,4	2
<b>9</b>	2	I	42	18	7,2	54	24	9,6	5
<b>10</b>	4	IV	48	18	8,4	66	30	9,6	4
<b>11</b>	1	V	72	36	14,4	54	18	10,8	2
<b>12</b>	3	II	66	30	10,8	66	24	10,8	3
<b>13</b>	4	IV	42	18	7,2	66	36	12,6	1
<b>14</b>	3	III	36	18	6	60	24	12,6	3
<b>15</b>	2	III	42	18	8,4	66	30	9,6	1

Продолжение таблицы Е.1

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>
<b>16</b>	1	V	72	30	10,8	60	18	14,4	4
<b>17</b>	1	IV	66	24	9,6	42	18	9,6	2
<b>18</b>	2	III	72	36	9,6	72	30	9,6	1
<b>19</b>	3	IV	48	24	7,2	72	24	10,8	5
<b>20</b>	4	III	48	18	6,0	48	18	14,4	4
<b>21</b>	3	V	60	30	8,4	36	24	10,8	3
<b>22</b>	2	I	42	18	7,2	66	30	7,2	2
<b>23</b>	4	IV	36	18	6,0	42	24	7,2	1
<b>24</b>	1	IV	42	18	8,4	60	24	8,4	3
<b>25</b>	1	II	54	24	9,6	54	18	10,8	2
<b>26</b>	2	V	54	18	10,8	66	30	9,6	5
<b>27</b>	4	IV	66	30	10,8	36	18	9,6	3
<b>28</b>	3	V	42	18	9,6	42	24	10,8	1
<b>29</b>	3	III	60	24	12,6	54	24	10,8	2
<b>30</b>	2	I	72	36	14,4	72	30	6,0	5
<b>31</b>	3	VII	60	18	9,6	42	24	10,8	1
<b>32</b>	3	VIII	66	12	12,6	54	18	9,6	2
<b>33</b>	2	III	72	12	14,4	72	18	10,8	5

## Приложение Ж

## Схемы планов

№ схемы	Схема плана	№ схемы	Схема плана
1		3	
2		4	

## Приложение И

### Тип остекления оконных проемов

Шифр	Тип остекления	Тип переплета
<b>1</b>	Одинарное с использованием стекла листового оконного	Металлический одинарный глухой
<b>2</b>	Одинарное с использованием стекла листового армированного	Металлический одинарный открывающийся
<b>3</b>	Двойное с использованием стекла листового оконного	Металлический двойной открывающиеся
<b>4</b>	Одинарное с использованием стекла листового с солнцезащитными свойствами	Металлический одинарный открывающиеся
<b>5</b>	Стеклопакеты	Металлический двойной открывающиеся

### Библиографический список

1. СНиП 23-05-95\*. Естественное и искусственное освещение / Госстрой России. — М., 1996. — 35 с.
2. СП 52.13330.2011. Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция. СНиП 23-05-95\* / Минрегион России. — М., 2011. — 72 с.
3. СП 23-102-2003. Естественное освещение жилых и общественных зданий / Госстрой России — М., 2005. — 100 с.
4. *Оболенский, Н.В.* Архитектурная физика: Учебник для ВУЗов: спец. «Архитектура» — М.: «Архитектура - С», 2007. — 448 с.
5. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещённому освещению жилых и общественных зданий / Министерство здравоохранения Российской Федерации. — М., 2003. — 44 с.
6. Пособие по расчету и проектированию естественного, искусственного и совмещенного освещения (к СНиП II-4-79) / Госстрой СССР. — М., 1984. — 231 с.
7. *Блази, В.* Справочник проектировщика. Строительная физика. — М.: Техносфера, 2005. — 536 с.
8. *Борискина, И.В., Шведов, Н.В., Плотников, А.А.* Современные светопрозрачные конструкции гражданских зданий. Справочник проектировщика. Том I Основы проектирования. — С-Пб: НИУПЦ «Межрегиональный институт окна», 2005. — 168 с.

## Оглавление

Введение .....	4
1 Естественное освещение. Термины и определения .....	5
2 Нормирование естественного освещения .....	6
3 Проектирование естественного освещения .....	8
4 Расчет бокового естественного освещения .....	12
5 Расчет верхнего естественного освещения .....	19
<b>Приложения</b> .....	22
<b>Приложение А.</b> Группы административных районов по ресурсам светового климата .....	22
<b>Приложение Б.</b> Расчет геометрического <i>КЕО</i> с использованием графического метода (по графикам А.М. Данилюка) .....	24
<b>Приложение В.</b> Графики А.М. Данилюка для выполнения геометрического расчета естественного освещения.....	26
<b>Приложение Г.</b> Пример расчета освещения естественным боковым светом .....	29
<b>Приложение Д.</b> Пример расчета освещения естественным верхним светом .....	33
<b>Приложение Е.</b> Исходные данные к выполнению расчета освещения естественным светом .....	36
<b>Приложение Ж.</b> Схемы планов .....	38
<b>Приложение И.</b> Тип остекления оконных проемов .....	39
Библиографический список .....	39

Учебное издание

**РАСЧЕТ КОМБИНИРОВАННОГО  
ЕСТЕСТВЕННОГО ОСВЕЩЕНИЯ**

Методические указания и задания к выполнению  
расчета естественного освещения для студентов  
направления бакалавриата и магистратуры  
270800 — Строительство профиля подготовки  
«Проектирование зданий»

Составители: **Тарасенко** Виктория Николаевна  
**Черныш** Надежда Дмитриевна

Подписано в печать 16.12.13. Формат 60×84/16. Усл. печ. л. 2,3. Уч.-изд. л. 2,5.

Тираж 70 экз.                      Заказ                      Цена

Отпечатано в Белгородском государственном технологическом университете  
им. В.Г. Шухова

308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46