



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ДГТУ)**

ЕСТЕСТВЕННОЕ ОСВЕЩЕНИЕ ПОМЕЩЕНИЙ

Методические указания к курсовой работе
Для направления подготовки 08.03.01 «Строительство»,
профиль подготовки «Проектирование зданий»

Ростов-на-Дону

2020

ВВЕДЕНИЕ

Одна из основных задач архитектурной светотехники – исследование условий, определяющих создание благоприятной световой среды в помещениях, и разработка соответствующих архитектурно-планировочных и конструктивных решений.

Оптимальный световой режим обеспечивает наилучшее освещение, создает зрительный комфорт. Особую роль играет **естественное освещение**, благоприятно влияющее на психофизиологическое состояние человека и его здоровье. Использование природной световой энергии позволяет экономить электроэнергию, затрачиваемую на искусственное освещение.

Однако естественное освещение требует и существенных затрат. Через светопроемы зимой происходят значительные теплопотери, а летом – теплопоступления от солнечной радиации. Поэтому формальное применение сплошных остекленных поверхностей, часто используемых только по условиям архитектурной композиции, без учета светотехнических требований, ухудшает микроклимат в зданиях и, следовательно, повышает эксплуатационные расходы (на отопление и кондиционирование).

При проектировании естественного освещения помещения ставятся следующие задачи: создать необходимый уровень освещенности на рабочих поверхностях, обеспечить требуемую равномерность освещения, защитить рабочие зоны помещения от слепящей яркости прямого и отраженного света.

Расчет естественного освещения в помещениях проводят для проверки достаточности размеров световых проемов и уточнения параметров светопроемов и помещений, с целью контроля выполнения требований норм естественного освещения и внесения необходимых корректив в проект.

Для количественной оценки условий естественного освещения помещений используется относительная величина – **коэффициент естественной освещенности (КЕО)**.

Коэффициент естественной освещенности есть выраженное в процентах отношение естественной освещенности в заданной точке внутри помещения (E_N) к одновременному значению наружной горизонтальной освещенности, создаваемой светом всего небосвода (E):

$$e_N = \frac{E_N}{E} \cdot 100\% \quad (1)$$

Примечание. Участие прямого солнечного света в создании той или другой освещенности исключается.

Цель работы — на основе проведенного расчета дать оценку естественного освещения помещения.

Задачи работы:

- определение требований к естественному освещению помещения;
 - выполнение проверочного расчета коэффициента естественной освещенности помещения;
 - вывод о соответствии естественного освещения нормативным требованиям;
- при необходимости – рекомендации о коррекции неудачного проектного решения.

1. СОСТАВ И СОДЕРЖАНИЕ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Курсовая работа состоит из графической и расчетной частей и оформляется в виде пояснительной записки и прилагаемых чертежей.

1.1. СОДЕРЖАНИЕ ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ

Титульный лист.

Задание на выполнение курсовой работы.

Содержание.

Исходные данные для расчета.

1. Определение нормативного значения КЕО.
2. Расчет КЕО при боковом освещении.
3. Расчет КЕО при верхнем освещении.
4. Расчет КЕО при комбинированном освещении.
5. Определение среднего значения КЕО.
6. Заключение.

Примерный объем пояснительной записки 5 – 6 страниц. В тексте записки приводятся основные формулы, пояснения, расчеты и таблицы. Следует указать размерности рассчитываемых величин.

В заключении следует сделать вывод о соответствии естественного освещения помещения нормативным требованиям; при необходимости дать рекомендации по улучшению светового режима.

1.2. ПЕРЕЧЕНЬ ГРАФИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА

1. Схема по определению количества световых лучей, приходящих в расчетные точки на разрезе помещения – при боковом освещении.
2. Схема по определению количества световых лучей, приходящих в расчетные точки на плане помещения – при боковом освещении.
3. Схема по определению количества световых лучей, приходящих в расчетные точки на разрезе помещения – при верхнем освещении.
4. Схема по определению количества световых лучей, приходящих в расчетные точки на продольном разрезе *или* плане помещения – при верхнем освещении.
5. Итоговый график изменения КЕО на поперечном разрезе помещения.

2. ЗАДАНИЕ И ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Задание для курсовой работы содержит следующие сведения:

1. Место строительства.
2. Назначение помещения.

Для производственного здания следует указать разряд зрительной работы.

3. Объемно-планировочное решение здания. План и разрез помещения; тип, размеры и расположение светопроемов.

4. Заполнение светопроемов: светопропускающий материал, переплеты.
5. Ориентация светопроемов по сторонам света.
6. Вид несущей конструкции покрытия.

По шифру (номеру зачетной книжки студента) определяется вариант задания. **Номер варианта – две последние цифры.** *Предпоследняя цифра* определяет назначение помещения. *Последняя цифра* соответствует варианту объемно-планировочного решения с указанием города, основных размеров помещения, заполнения и ориентации световых проемов, вида несущей конструкции покрытия. Назначение помещения следует принять по таблице А Приложения, вариант с планом и разрезом помещения – по таблице Б Приложения.

Выбранный вариант задания приводится в курсовой работе.

Например: вариант **27**.

Назначение помещения - лекционная аудитория.

| Вариант | План и разрез помещения | Данные к расчету |
|---------|-------------------------|---|
| 7 | | <p>Место строительства: Краснодар</p> <p>Ориентация окон: ЮВ</p> <p>Вид светопропускающего материала: <i>для бокового освещения</i> – стеклопакеты, <i>для верхнего освещения</i> – органическое стекло прозрачное</p> <p>Переплёты: <i>для бокового освещения</i> – стальные одинарные, <i>для верхнего освещения</i> – стальные одинарные</p> <p>Несущие конструкции покрытия: стальные фермы</p> <p>Размеры (м): $H_1 = 5,0$; $H_2 = 6,0$; $H_3 = 6,8$; $H_4 = 8,8$; $L = 18$; $B = 18$; $j = 3,0$</p> |

3. ТРЕБОВАНИЯ К ЕСТЕСТВЕННОМУ ОСВЕЩЕНИЮ ПОМЕЩЕНИЙ

Помещения с постоянным пребыванием людей должны иметь естественное освещение.

Точки, в которых определяется и нормируется КЕО, расположены на пересечении вертикальной плоскости характерного разреза помещения и рабочей поверхности.

Характерный разрез помещения – поперечный разрез посередине помещения, плоскость которого перпендикулярна к плоскости остекления световых проемов (при боковом освещении) или к продольной оси пролетов помещения. Местоположение рабочей поверхности определяется функциональным процессом.

Естественное освещение подразделяется на боковое, верхнее и комбинированное (верхнее и боковое).

В жилых и общественных зданиях при одностороннем боковом освещении нормируемое значение КЕО должно быть обеспечено:

а) в жилых помещениях жилых зданий - в расчетной точке, расположенной на пересечении вертикальной плоскости характерного разреза помещения и плоскости пола на расстоянии 1 м от стены, наиболее удаленной от световых проемов: в одной комнате для 1-, 2- и 3-комнатных квартир и в двух комнатах для 4-комнатных и более квартир.

В остальных жилых помещениях многоквартирных квартир и кухне нормируемое значение КЕО при боковом освещении должно обеспечиваться в расчетной точке, расположенной в центре помещения на плоскости пола;

б) в жилых помещениях общежитий, гостиниц и номеров гостиниц - в расчетной точке, расположенной на пересечении вертикальной плоскости характерного разреза помещения и плоскости пола в центре помещения;

в) в групповых и игровых помещениях дошкольных образовательных организаций, изоляторах и комнатах для заболевших детей - в расчетной точке, расположенной на пересечении вертикальной плоскости характерного разреза помещения и плоскости пола на расстоянии 1 м от стены, наиболее удаленной от световых проемов;

г) в учебных и учебно-производственных помещениях общеобразовательных организаций, интернатов, профессиональных образовательных организаций - в расчетной точке, расположенной на пересечении вертикальной плоскости характерного разреза помещения и условной рабочей поверхности на расстоянии 1,2 м от стены, наиболее удаленной от световых проемов;

д) в палатах и спальнях комнат санаториев и домов отдыха и пансионатов - в расчетной точке, расположенной на пересечении вертикальной плоскости характерного разреза помещения и плоскости пола на расстоянии 1 м от стены, наиболее удаленной от световых проемов;

е) в кабинетах врачей, ведущих прием больных, в смотровых, в приемно-смотровых боксах, перевязочных - в расчетной точке, расположенной на пересечении вертикальной плоскости характерного разреза помещения и условной рабочей поверхности в центре помещения;

ж) в остальных помещениях жилых и общественных зданий - в расчетной точке, расположенной в центре помещения на рабочей поверхности.

В производственных помещениях глубиной до 6,0 м при одностороннем боковом освещении нормируется минимальное значение КЕО в точке, расположенной на пересечении вертикальной плоскости характерного разреза помещения и условной рабочей поверхности на расстоянии 1,0 м от стены или линии максимального заглубления зоны, наиболее удаленной от световых проемов.

В крупногабаритных производственных помещениях глубиной более 6,0 м при боковом освещении нормируется минимальное значение КЕО в точке на условной рабочей поверхности, удаленной от световых проемов:

- на 1,5 высоты от пола до верха светопроемов - для зрительных работ разрядов I-IV;
- на 2,0 высоты от пола до верха светопроемов - для зрительных работ разрядов V-VII разрядов;
- на 3,0 высоты от пола до верха светопроемов - для зрительных работ разряда VIII.

При двустороннем боковом освещении помещений любого назначения нормируемое значение КЕО должно быть обеспечено в расчетной точке в центре помещения на пересечении вертикальной плоскости характерного разреза и рабочей поверхности.

При верхнем или комбинированном естественном освещении помещений любого назначения нормируется среднее значение КЕО в точках, расположенных на пересечении вертикальной плоскости характерного разреза помещения и условной рабочей поверхности (или пола). Первая и последняя точки принимаются на расстоянии 1 м от поверхности стен (перегородок) или осей колонн.

Расчетное значение КЕО, для которого устанавливаются нормы (минимальное или в центре помещения – при боковом освещении; среднее – при верхнем или комбинированном), должно быть не менее нормируемого значения e_n , приведенного в табл. 1,2.

Допускается снижение расчетного КЕО от e_n не более, чем на 10 %.

Равномерность естественного освещения производственных и общественных зданий с верхним или комбинированным освещением должна быть не менее 1:3. Она определяется как отношение минимального значения к среднему значению КЕО в пределах характерного разреза помещения.

Если естественное освещение помещения не удовлетворяет нормативным требованиям, предусматривают совмещенное освещение, при котором недостаточное естественное освещение дополняется искусственным в течение рабочего дня.

Совмещенное освещение помещений производственных зданий следует предусматривать:

- а) для производственных помещений, в которых выполняются зрительные работы разрядов I-III;
- б) для производственных и других помещений в случаях, когда по условиям технологии, организации производства или климата в месте строительства требуются объемно-планировочные решения, которые не позволяют обеспечить нормируемое значение КЕО (многоэтажные здания большой ширины, одноэтажные многопролетные здания с пролетами большой ширины и т.п.).

Совмещенное освещение помещений жилых, общественных и административно-бытовых зданий разрешается в случаях, когда это требуется по условиям выбора рациональных объемно-планировочных решений, за исключением жилых комнат домов и общежитий, гостиных и номеров гостиниц, спальных помещений санаториев и домов отдыха, групповых и

игровых детских дошкольных учреждений, палат и спальных комнат объектов социального обеспечения (интернатов, пансионатов для престарелых и инвалидов и т.п.).

Нормы естественного и совмещенного освещения жилых и некоторых общественных зданий

Таблица 1

| Помещения | Рабочая пов-сть | Естественное освещение, $e_n, \%$ | | Совмещенное освещение, $e_n, \%$ | |
|---|-----------------|-----------------------------------|-----------------------|----------------------------------|-----------------------|
| | | При верхнем или комб. освещении | При боковом освещении | При верхнем или комб. освещении | При боковом освещении |
| Жилые комнаты | Г-0,0 | 2,0 | 0,5 | - | - |
| Кабинет, офис | Г-0,8 | 3,0 | 1,0 | 1,8 | 0,6 |
| Проектные залы, конструкторские бюро | Г-0,8 | 4,0 | 1,5 | 2,4 | 0,9 |
| Читальный зал | Г-0,8 | 3,5 | 1,2 | 2,1 | 0,7 |
| Классы, учебные кабинеты школ, ПТУ | Г-0,8 | 4,0 | 1,5 | 2,1 | 1,3 |
| Аудитории ВУЗа и техникума | Г-0,8 | 3,5 | 1,2 | 2,1 | 0,7 |
| Залы спортивных игр физкультурно-оздоровительных учреждений | Г-0,0 | 3,0 | 1,0 | 1,8 | 0,6 |
| Спортивные залы учреждений образования | Г-0,0 | 2,5 | 0,7 | 1,5 | 0,4 |
| Крытые бассейны | Пов-ть воды | 2,0 | 0,5 | 1,2 | 0,3 |
| Выставочные залы | Г-0,8 | 2,5 | 0,7 | 1,5 | 0,4 |
| Операционный зал, вычислительный центр вокзала | Г-0,8 | 3,0 | 1,0 | 1,8 | 0,6 |

Нормы естественного и совмещенного освещения производственных помещений

Таблица 2

| Характеристика зрительной работы | Разряд зрительной работы | Естественное освещение, $e_n, \%$ | | Совмещенное освещение, $e_n, \%$ | |
|----------------------------------|--------------------------|-----------------------------------|-----------------------|----------------------------------|-----------------------|
| | | При верхнем или комб. освещении | При боковом освещении | При верхнем или комб. освещении | При боковом освещении |
| Наивысшей точности | I | - | - | 6,0 | 2,0 |
| Очень высокой точности | II | - | - | 4,2 | 1,5 |
| Высокой точности | III | - | - | 3,0 | 1,2 |
| Средней точности | IV | 4,0 | 1,5 | 2,4 | 0,9 |
| Малой точности | V | 3,0 | 1,0 | 1,8 | 0,6 |

Примечание. Условная рабочая поверхность для производственных помещений - 1,0 м от пола (Г-0,8).

4. РАСЧЕТ ЕСТЕСТВЕННОГО ОСВЕЩЕНИЯ

4.1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ НОРМАТИВНОГО ЗНАЧЕНИЯ КЕО

Перед выполнением этого пункта следует изучить 3 раздел методических указаний «Требования к естественному освещению помещений».

Определить и выписать нормированное значение КЕО e_n в соответствии с заданием.

4.2. ВЫБОР РАСЧЕТНЫХ ТОЧЕК

Все чертежи выполняются на листах формата А4 по размерам, выданным в задании, в масштабе 1:100 - 1:200. Следует обратить внимание на то, что **размеры помещений даны не в осях, а по внутренним граням стен, для удобства расчета.** Каждый разрез и план вычерчиваются на отдельном листе.

Вычерчивается характерный поперечный разрез здания с учётом толщин стен. На плане здания изображается стена со светопроёмами с учётом толщины, а остальные стены помещения обозначаются тонкими линиями. Стена со светопроёмами вычерчивается полностью, без линий обрыва. *Если на плане есть линии обрыва, посмотрите, сколько оконных блоков укладывается по длине стены L . (Например, если $L = 18$ м, а длина окна с простенками составляет 6 м, то в стене 3 окна).*

На разрезе отмечают уровень рабочей поверхности, согласно табл.1 или примечанию к табл. 2. На рабочей поверхности располагают 5 расчетных точек: крайние точки – на расстоянии 1 м от противоположных стен или осей колонн, остальные – распределяют равномерно между крайними.

Расчетные точки следует пронумеровать от окна (рис.1).

Рекомендуется обозначить световые проемы буквами (например, А, В, С...).

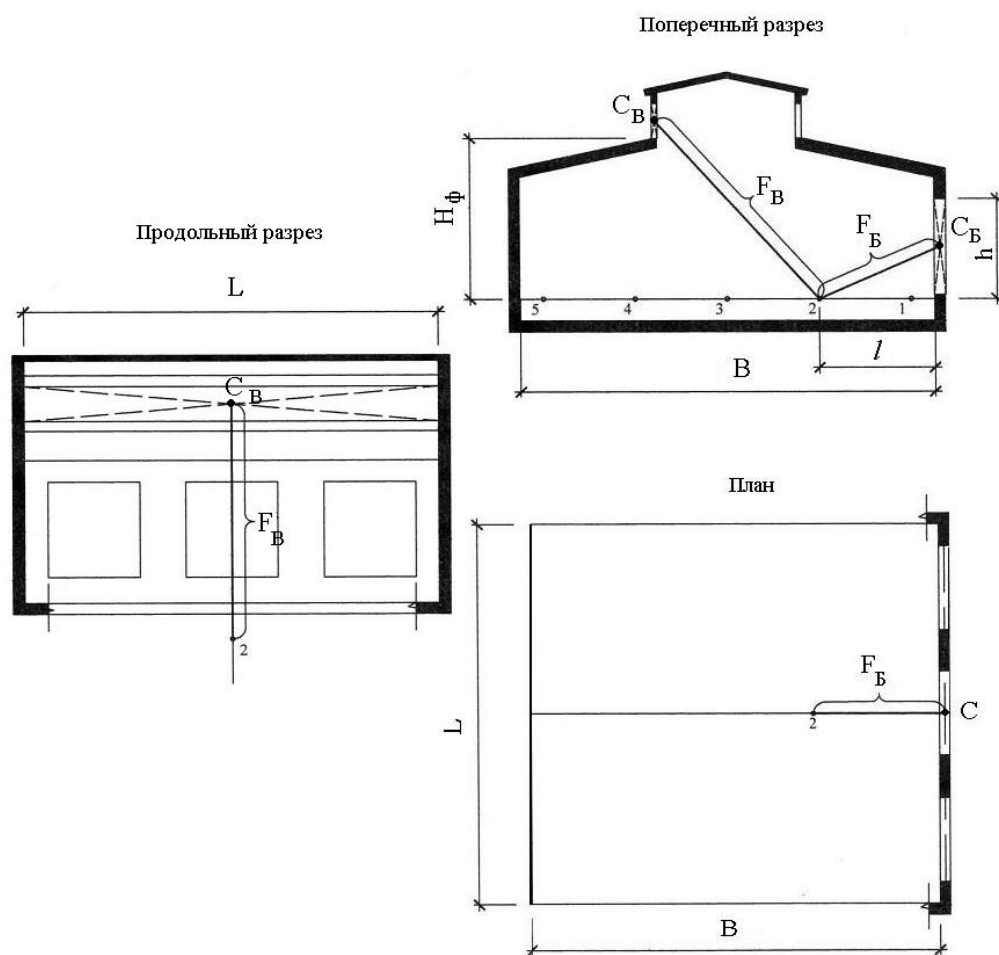


Рис.1. Выбор расчетных точек на характерном разрезе. Перенос точек на план и продольный разрез (на примере точки 2)

4.3. РАСЧЕТ ЗНАЧЕНИЙ КЕО ПРИ БОКОВОМ ОСВЕЩЕНИИ

Значения КЕО при боковом освещении (при отсутствии противостоящих зданий) определяются по формуле

$$e_6 = \varepsilon_6 \cdot q \cdot r_1 \cdot \tau_0 \cdot MF \cdot C_N, \quad (2)$$

где ε_6 – геометрический коэффициент естественной освещенности при боковом освещении. Определяется с помощью **кеометра** (рис.2), построение которого основано на графоаналитическом методе А.М.Данилюка;

q – коэффициент, учитывающий неравномерную яркость облачного неба;

r_1 – коэффициент, учитывающий повышение КЕО благодаря свету, отраженному от внутренних поверхностей помещения при боковом освещении;

τ_0 – общий коэффициент светопропускания при боковом освещении;

MF – коэффициент эксплуатации (учитывает снижение КЕО в процессе эксплуатации вследствие загрязнения и старения светопрозрачных заполнений в световых проемах, а также снижения отражающих свойств поверхностей помещения);

C_N – коэффициент светового климата.

Коэффициенты по мере определения записываются в таблицу 3. **Приведен вариант таблицы для случая двухстороннего бокового освещения. В случае одностороннего освещения в колонке 2 остается проем А и отсутствует столбец 11.**

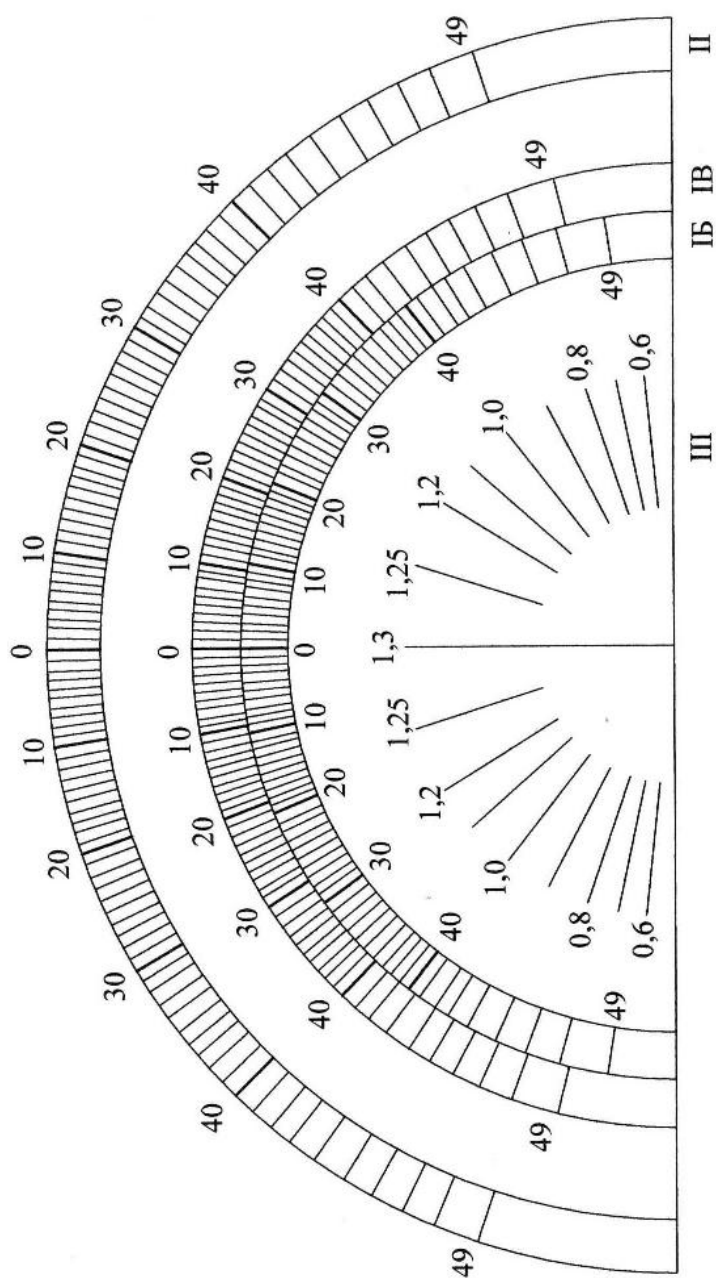


Рис.2. Кеометр

Расчет КЕО при боковом освещении

Таблица 3

| № точки | Проем | Кол-во лучей | | ε_6 | q | r ₁ | τ_0 | MF | C _N | e ₆ ' | e ₆ |
|---------|-------|----------------|----------------|-----------------|---|----------------|----------|----|----------------|------------------|----------------|
| | | n ₁ | n ₂ | | | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 1 | A | | | | | | | | | | |
| | B | | | | | | | | | | |
| 2 | A | | | | | | | | | | |
| | B | | | | | | | | | | |
| 3 | A | | | | | | | | | | |
| | B | | | | | | | | | | |
| 4 | A | | | | | | | | | | |
| | B | | | | | | | | | | |
| 5 | A | | | | | | | | | | |
| | B | | | | | | | | | | |

а) Определение геометрического КЕО при боковом освещении.

Геометрический КЕО рассчитывается по формуле

$$\varepsilon_6 = 0,01 n_1 \cdot n_2 \quad , \quad (3)$$

где **n₁** – количество лучей по шкале I Б кеометра, приходящих от неба через световые проемы в расчетную точку на поперечном разрезе помещения;

n₂ - количество лучей по шкале II кеометра, приходящих от неба через световые проемы в расчетную точку, измеряемое на плане здания.

На поперечном разрезе здания необходимо определить количество световых лучей **n₁** для каждой расчётной точки. Порядок выполнения построений и измерений следующий. От любой из расчётных точек проводят две линии, проходящие через верхний и нижний края бокового светопроёма. Прикладывают кеометр (рис.2) горизонтально таким образом, чтобы его центр совпал с этой расчётной точкой, а основание (нижняя линия) кеометра совпало с рабочей поверхностью, и по шкале IБ считают, сколько делений попадает в точку в пределах выделенного угла (рис.3). Полученное значение записывают в столбец 3 табл. 3.

При определении **n₂** кеометр накладывается на план помещения. **Расчетные точки с разреза на план переносят следующим образом.** На разрезе находят середину окна и обозначают ее **С_Б**. Проводят линию от данной расчётной точки до **С_Б** и измеряют длину получившегося отрезка (**Г_Б**) (рис.1). На плане помещения обозначают линию характерного разреза, на которой располагаются расчётные точки. Она наносится посередине помещения, перпендикулярно стене с окнами. (При четном количестве окон эта линия пройдет через простенок). Затем на плане от середины стены с окнами, также обозначенной **С_Б**, на линии характерного разреза откладывается расстояние **Г_Б**. Таким образом, определяется

местонахождение данной расчётной точки на плане. Полученная точка обозначается тем же номером, что и на разрезе (на рис.1 показан пример для точки с номером 2).

На плане здания определяется количество световых лучей n_2 для каждой расчётной точки. От полученной расчётной точки проводят линии, проходящие через края всех светопроёмов, расположенных в стене. Кеометр прикладывают вертикально так, чтобы его центр совпал с этой расчётной точкой, а основание кеометра располагают параллельно плоскости со светопроёмами, и по шкале II считают, сколько делений попало в пределы углов (рис.4). Значение определяют как сумму делений, попавших в точку от всех окон. Полученный результат записывают в столбец 4 табл. 3.

Точно такие же построения и измерения повторяют для каждой из пяти расчётных точек.

б) Определяется коэффициент q – по кеометру. Кеометр накладывается на поперечный разрез помещения так же, как при определении количества лучей n_1 . Значение q берется по шкале III по линии, соединяющей расчетную точку и центр окна C_B (рис.5). Если эта линия находится между делениями на шкале III, можно определить промежуточное значение коэффициента q с точностью до сотых. Полученное значение заносят в столбец 6 таблицы 3.

в) Коэффициент g_1 определяется по таблице 5. Предварительно для этого :

- вычисляется $\frac{L}{B}$ - отношение длины помещения L к его глубине B (рис.1). Полученное значение округлить до ближайшего значения, используемого в таблице 5 (0,5 , 1 или 2);

- вычисляется $\frac{B}{h}$ - отношение глубины помещения B к высоте от уровня рабочей поверхности до верха окна h (рис.1);

- вычисляются значения $\frac{l}{B}$ - отношения расстояний от расчетных точек до внутренней поверхности наружной стены l (на разрезе) к глубине помещения B (рис.1).

Величины $\frac{l}{B}$ округлить до десятых;

- средневзвешенный коэффициент отражения внутренних поверхностей помещения $\rho_{ср}$ принимается равным: **0,5** – для помещений жилых и общественных зданий; **0,4** – для производственных помещений.

Значения коэффициентов g_1 записывают в столбец 7 табл.3.

г) Коэффициент τ_0 определяется по формуле

$$\tau_0 = \tau_1 \cdot \tau_2 \cdot \tau_4 , \quad (4)$$

где τ_1 – коэффициент светопропускания материала (остекления), принимаемый по табл.6;

τ_2 – коэффициент, учитывающий потери света в переплетах светопроема, определяемый по табл. 6;

τ_4 – коэффициент, учитывающий потери света в солнцезащитных устройствах, определяемый по табл.7. Если по заданию солнцезащитные устройства не предусмотрены, то τ_4 в формуле (5) отсутствует.

Значение τ_0 заносят в столбец 8 таблицы 3, это значение – общее для всех точек.

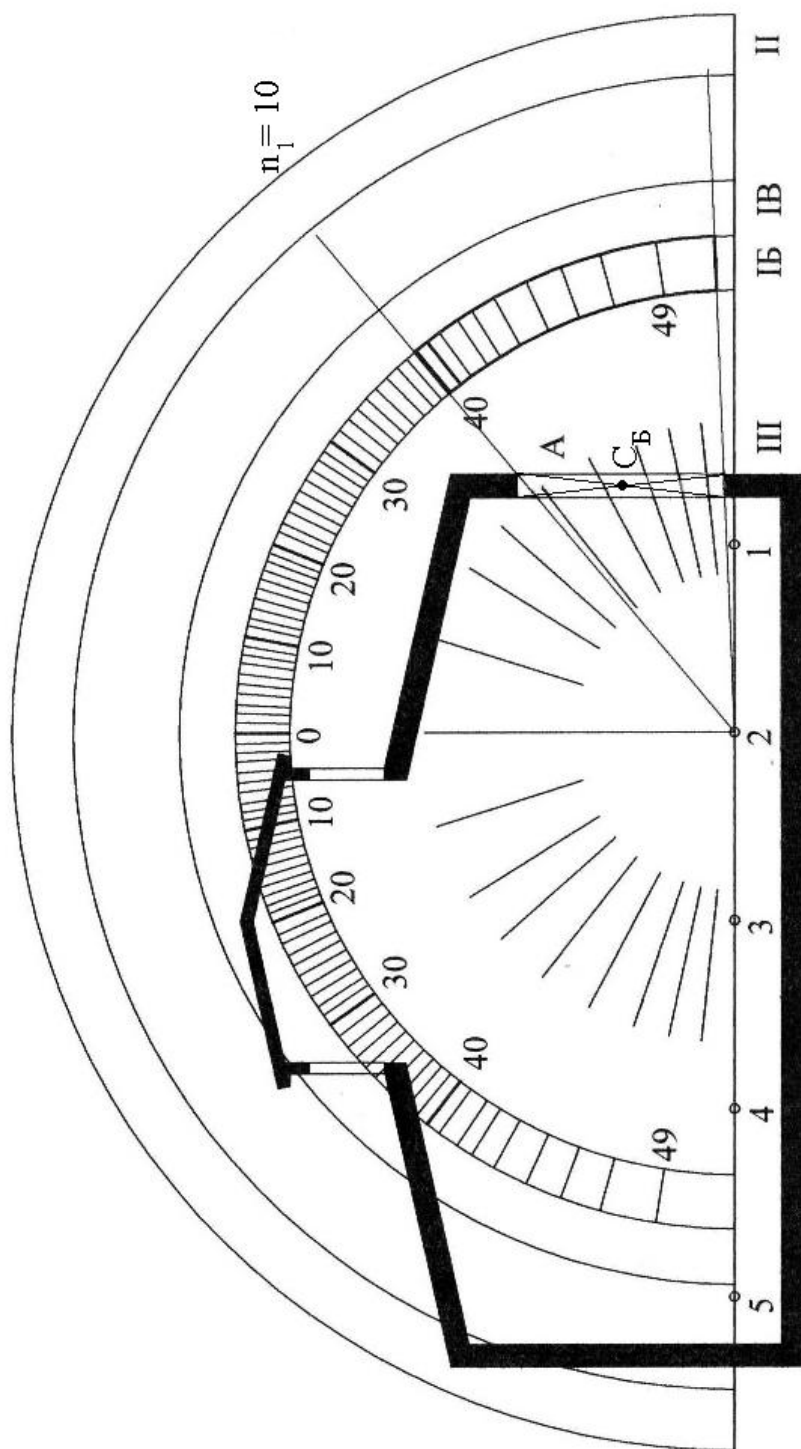


Рис. 3. Определение n_1

$$n_2 = 10 + 38 + 10 = 58$$

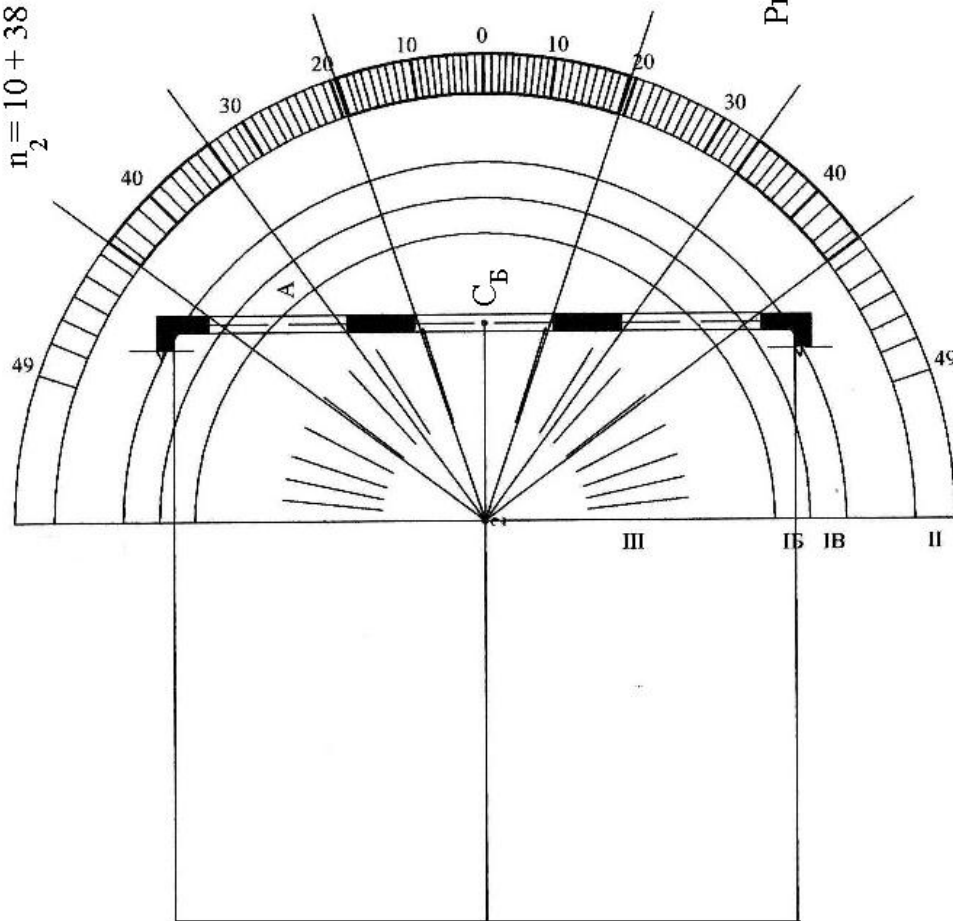


Рис.4. Определение n_2

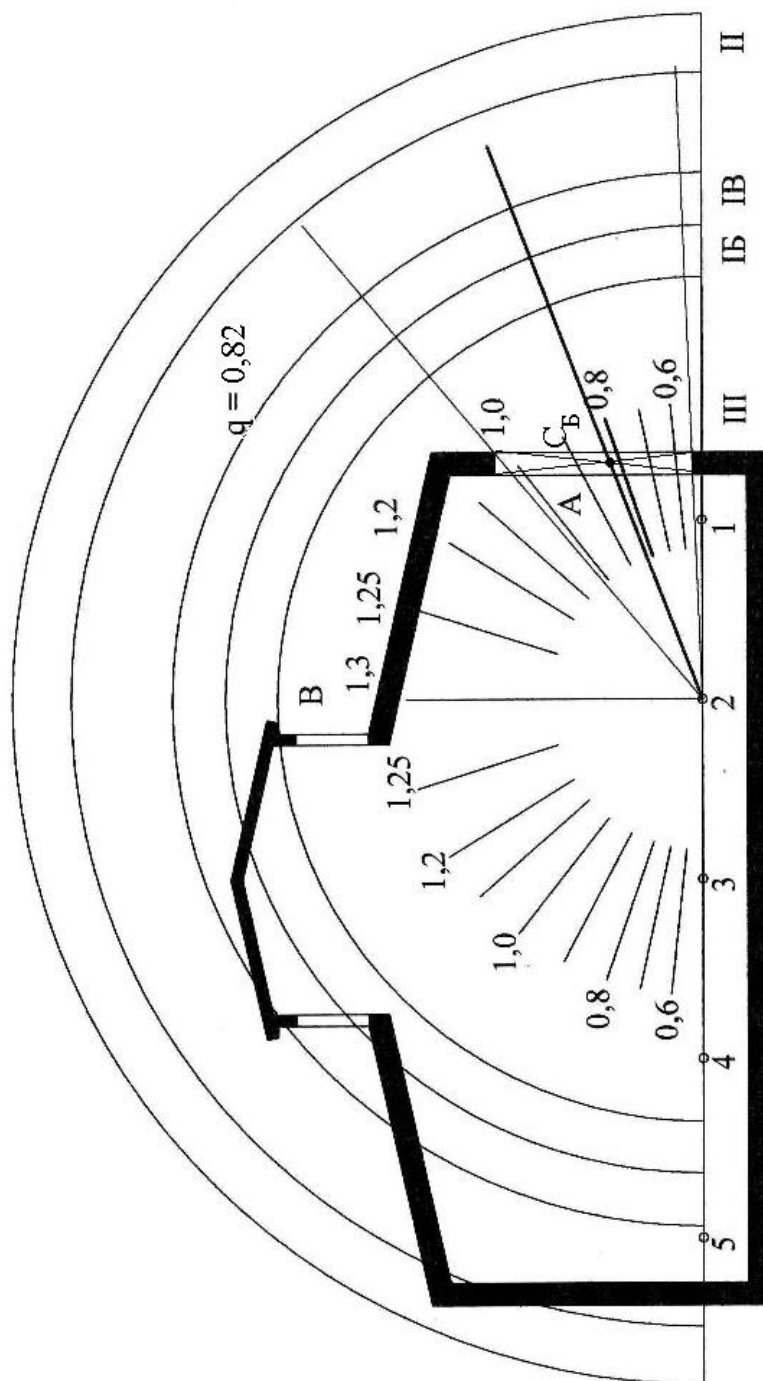


Рис.5.Определение коэффициента q

д) По таблице 8 находится коэффициент эксплуатации **MF**. Записывается в колонку 9 табл.3.

е) По таблице 11 принимают коэффициент светового климата **C_N**. Он учитывает особенности светового климата района строительства, N - номер группы административных районов. Группы административных районов России по ресурсам светового климата приведены в табл. 11а.

е) Расчетные значения КЕО **e₆'** вычисляются по формуле 2.

При одностороннем боковом освещении $e_6' = e_6$, колонка 11 в табл.3 не нужна.

При двухстороннем освещении значения e'_b для каждой точки суммируются и определяются окончательные значения КЕО в каждой расчетной точке - e_b , которые заносятся в столбец 12 таблицы 3.

4.4. РАСЧЕТ ЗНАЧЕНИЙ КЕО ПРИ ВЕРХНЕМ ОСВЕЩЕНИИ

Значения КЕО при верхнем освещении определяются по формуле

$$e_b = [\epsilon_b + \epsilon_{cp}(r_2 \cdot K_{\phi} - 1)] \cdot \tau_0 \cdot MF \cdot C_N, \quad (5)$$

где ϵ_b – геометрический коэффициент естественной освещенности при верхнем освещении. Определяется с помощью **кеометра** (рис.2);

ϵ_{cp} – среднее значение геометрического КЕО при верхнем освещении;

r_2 – коэффициент, учитывающий повышение КЕО благодаря свету, отраженному от внутренних поверхностей помещения при верхнем освещении;

K_{ϕ} – коэффициент, учитывающий тип фонаря;

τ_0 – общий коэффициент светопропускания при верхнем освещении;

MF – коэффициент эксплуатации при верхнем освещении;

C_N – коэффициент светового климата.

Определяемые коэффициенты сводятся в таблицу 4. Кроме того, для удобства расчета и проверки в таблицу записывают второе слагаемое в квадратных скобках формулы (столбец 9) и содержимое квадратных скобок (столбец 10).

Приведен вариант таблицы для случая двухстороннего остекления. В случае одностороннего остекления в колонке 2 остается проем С, а колонка 13 отсутствует.

а) Определение геометрического КЕО при верхнем освещении.

Геометрический КЕО рассчитывается по формуле

$$\epsilon_b = 0,01 n_3 \cdot n_4, \quad (6)$$

где n_3 – количество лучей по шкале IV кеометра, приходящих от неба через световые проемы фонаря в расчетную точку на поперечном разрезе помещения;

n_4 – количество лучей по шкале II кеометра, приходящих от неба в расчетную точку через световые проемы на плане или продольном разрезе помещения.

Значения n_3 и n_4 при верхнем освещении определяются аналогично значениям n_1 и n_2 при боковом освещении.

На поперечном разрезе определяется количество световых лучей n_3 для каждой расчетной точки. Из каждой расчетной точки проводят две линии, проходящие через края светопроема верхнего освещения. Прикладывают кеометр горизонтально таким образом, чтобы его центр совпал с этой расчетной точкой, а рабочая поверхность совпала с основанием кеометра, и по шкале IV считают, сколько делений попало в пределы получившегося угла (рис.6). Полученное значение записывают в столбец 3 табл. 4. Следует обратить внимание на

то, что если свет для окна частично закрывается выступами крыши, то линии для измерения следует проводить не через верхний край данного светопроёма, а через край выступа крыши.

Расчет КЕО при верхнем освещении

Таблица 4

| № точки | Проем | Кол-во лучей | | ε_v | ε_{cp} | r_2 | K_ϕ | $\varepsilon_{cp}(r_2 K_\phi - 1)$ | $\varepsilon_v + \varepsilon_{cp}(r_2 K_\phi - 1)$ | τ_0 | MF | C_N | e_v' | e_v |
|---------|-------|--------------|-------|-----------------|--------------------|-------|----------|------------------------------------|--|----------|----|-------|--------|-------|
| | | n_3 | n_4 | | | | | | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| 1 | C | | | | | | | | | | | | | |
| | D | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | C | | | | | | | | | | | | | |
| | D | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | C | | | | | | | | | | | | | |
| | D | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | C | | | | | | | | | | | | | |
| | D | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | C | | | | | | | | | | | | | |
| | D | | | | | | | | | | | | | |

На разрезе определяется середина окна верхнего освещения, и обозначается C_v . Проводится линия от данной расчётной точки до C_v и измеряется длина получившегося отрезка (F_v) (рис.1). Вычерчивается продольный разрез помещения, проходящий через высшую точку фонаря верхнего освещения. На продольном разрезе определяется середина светопроёма верхнего освещения и тоже обозначается C_v . От этой точки вниз проводится вертикальная линия, на которой будут располагаться расчётные точки. От C_v вниз отмеряется расстояние, равное F_v . Таким образом определяется местонахождение данной расчётной точки на продольном разрезе помещения. Полученная точка обозначается тем же номером, что и на поперечном разрезе (рис.1).

На продольном разрезе здания определяется количество световых лучей n_4 для каждой расчётной точки. Порядок выполнения построений и измерений таков: на продольном разрезе от полученной расчётной точки проводят линии, проходящие через края верхнего светопроёма. Кеомер прикладывают горизонтально так, чтобы его центр совпал с данной точкой, а нижняя линия кеомера была параллельной полу, и по шкале Π считают, сколько делений попало в пределы полученного телесного угла (рис.7). Полученный результат записывают в столбец 4 табл. 4.

Внимание. Если в одну или несколько точек на разрезе помещения не попадает прямой свет неба, то $\mathbf{n}_3 = 0$; значение \mathbf{n}_4 на плане не определяется и также принимается равным нулю.

Если в данном помещении запроектирован фонарь с двухсторонним остеклением, то построения и замеры на продольном разрезе выполняются отдельно для каждой из сторон (С и D в табл.4). На рис.8 показан пример построений для расчета КЕО при верхнем освещении, если фонарь расположен по центру крыши. Если фонарь расположен несимметрично, следует выполнить 2 продольных разреза с размещением расчетных точек относительно центров каждого из двух светопроемов.

б) Значение $\mathbf{\varepsilon}_{\text{ср}}$ определяется по формуле

$$\mathbf{\varepsilon}_{\text{ср}} = \frac{\mathbf{\varepsilon}_{\text{в}(1)} + \mathbf{\varepsilon}_{\text{в}(2)} + \dots + \mathbf{\varepsilon}_{\text{в}(N)}}{N}, \quad (7)$$

где \mathbf{N} – число расчетных точек.

Если в одну или несколько точек не попадает прямой свет неба, т.е. $\mathbf{\varepsilon}_{\text{в}} = 0$, то эти нулевые значения также учитываются в расчете.

в) Коэффициент \mathbf{r}_2 определяется по табл.9. Для этого:

- вычисляется отношение высоты помещения, принимаемой от условной рабочей поверхности до нижней грани остекления, $\mathbf{H}_{\text{ф}}$, к глубине помещения \mathbf{B} (рис.1);

- средневзвешенный коэффициент отражения $\mathbf{\rho}_{\text{ср}}$ принимается равным **0,5** – для помещений жилых и общественных зданий; **0,4** – для производственных помещений.

г) По табл.10 принимается коэффициент $\mathbf{K}_{\text{ф}}$.

д) Коэффициент $\mathbf{\tau}_0$ определяется по формуле

$$\mathbf{\tau}_0 = \mathbf{\tau}_1 \cdot \mathbf{\tau}_2 \cdot \mathbf{\tau}_3 \cdot \mathbf{\tau}_4, \quad (8)$$

где $\mathbf{\tau}_1$ – коэффициент светопропускания материала, принимаемый по табл.6;

$\mathbf{\tau}_2$ – коэффициент, учитывающий потери света в переплетах светопроема, определяемый по табл. 6;

$\mathbf{\tau}_3$ – коэффициент, учитывающий потери света в несущих конструкциях покрытия, определяемый по табл. 6;

$\mathbf{\tau}_4$ – коэффициент, учитывающий потери света в солнцезащитных устройствах, определяемый по табл.7; при отсутствии солнцезащитных устройств $\mathbf{\tau}_4 = 1$.

е) По таблице 8 находится коэффициент \mathbf{MF} .

ж) Коэффициент светового климата \mathbf{C}_N определяется по табл.11 с учетом табл.11а.

з) Расчетные значения КЕО $\mathbf{e}_{\text{в}}'$ вычисляются по формуле (5).

При одностороннем верхнем освещении $\mathbf{e}_{\text{в}}' = \mathbf{e}_{\text{в}}$, колонка 14 в табл.4 не нужна.

При двухстороннем освещении значения $\mathbf{e}_{\text{в}}'$ для каждой точки суммируются и определяются окончательные значения КЕО в каждой расчетной точке – $\mathbf{e}_{\text{в}}$.

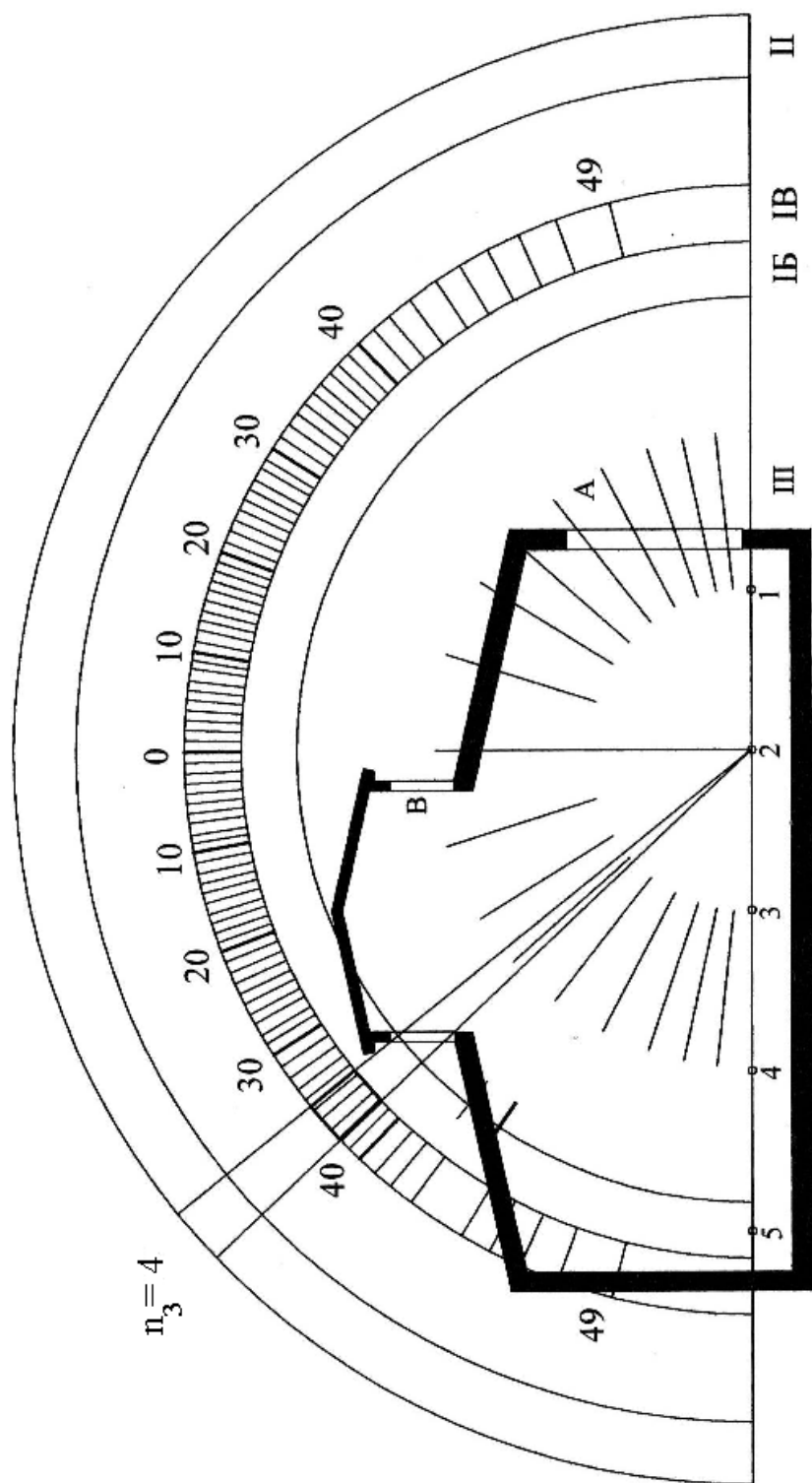


Рис.6. Определение n_3

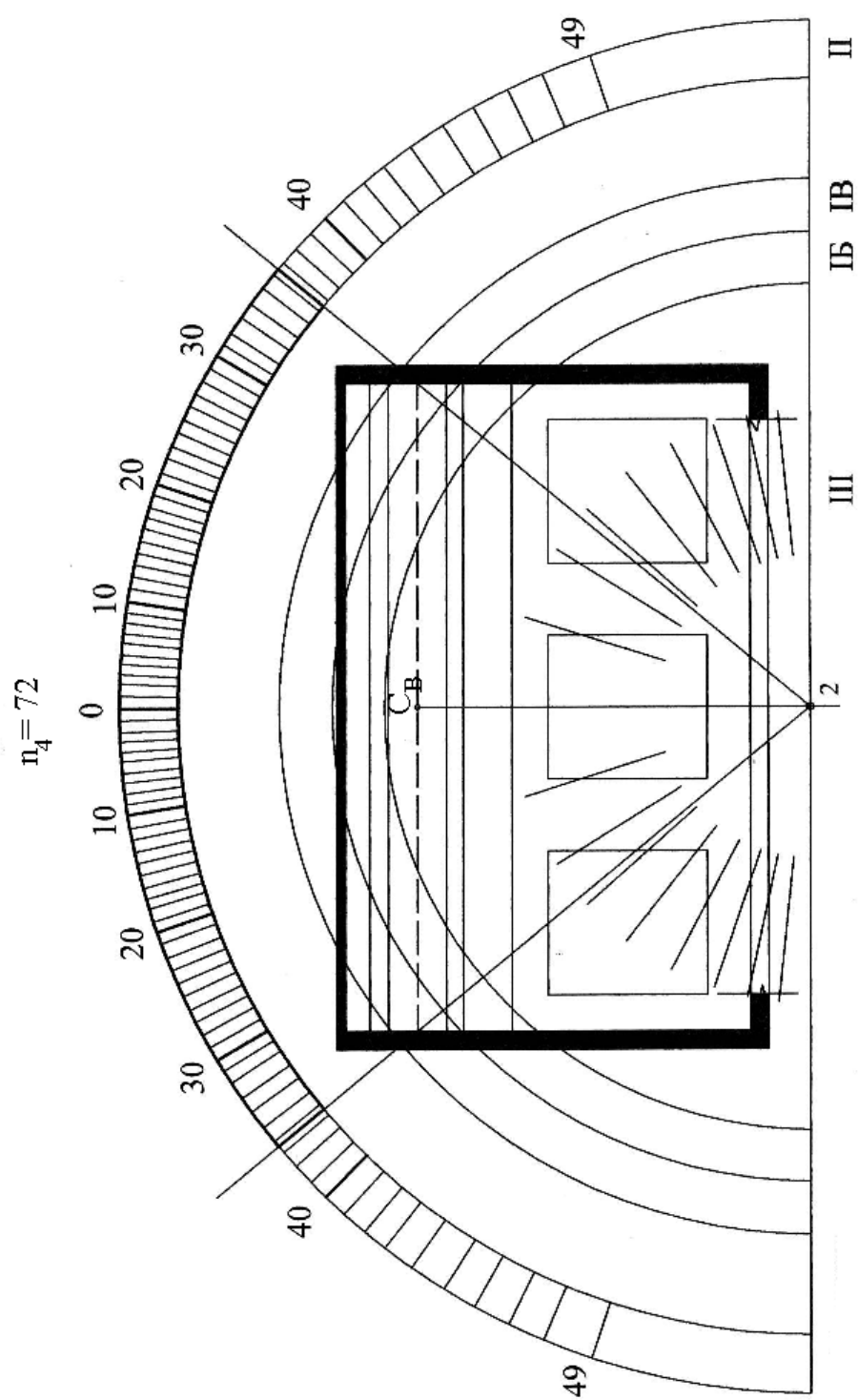


Рис.7. Определение n_4

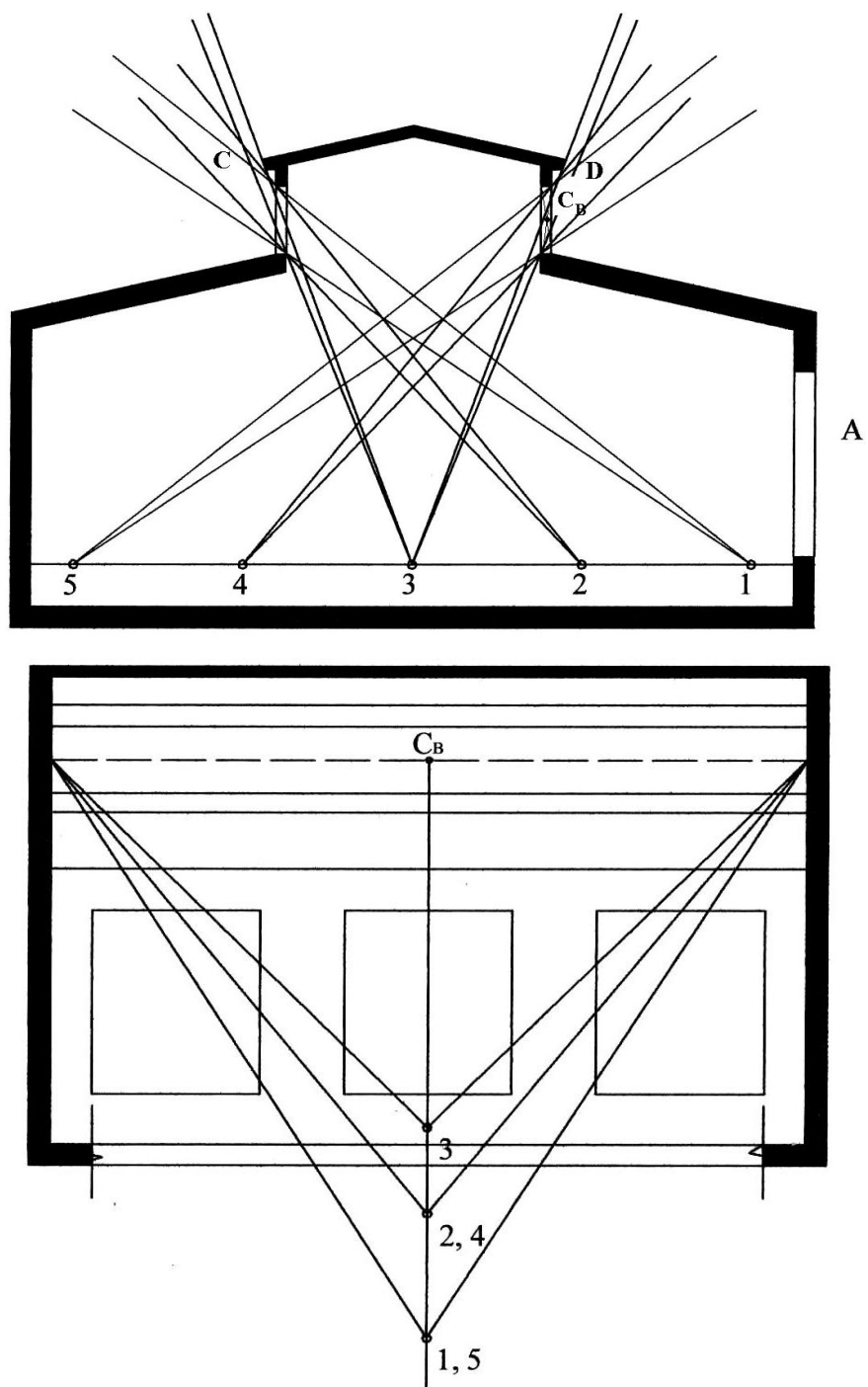


Рис. 8. Построения для расчёта КЕО при верхнем освещении

4.5. РАСЧЕТ ЗНАЧЕНИЙ КЕО ПРИ КОМБИНИРОВАННОМ ОСВЕЩЕНИИ

При комбинированном освещении значения КЕО $e_{k(1)}, e_{k(2)}, \dots, e_{k(N)}$ в каждой расчетной точке определяются по формуле

$$e_k = e_o + e_v \quad (9)$$

4.6. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СРЕДНЕГО ЗНАЧЕНИЯ КЕО

При комбинированном (или верхнем) освещении помещения определяется среднее значение КЕО по формуле

$$e_{cp} = \frac{1}{N-1} \left(\frac{e_{k(1)}}{2} + e_{k(2)} + e_{k(3)} + \dots + \frac{e_{k(N)}}{2} \right), \quad (10)$$

где $N = 5$ (количество расчетных точек).

4.7. ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

На характерном поперечном разрезе помещения строится график естественной освещенности. Для этого найденные в расчетных точках значения КЕО e_k откладываются от этих точек в принятом масштабе в виде вертикальных отрезков вверх от рабочей плоскости. Концы отрезков соединяются кривой (рис.9). На график наносятся горизонтальные линии, соответствующие значениям e_n и e_{cp} .

На основании требований (раздел 3) дается оценка естественного освещения исследуемого помещения.

1. Если $e_{cp} \geq e_n$ (или $e_{cp} < e_n$ не более чем на 10 %), то **естественное освещение помещения удовлетворяет нормам**. Однако в том случае, если e_{cp} существенно превышает e_n (например, более чем в 3 раза), следует рекомендовать уменьшить площадь остекления. Это связано с тем, что зимой через большие светопроемы происходят значительные теплопотери. В летнее время из-за инсоляции помещения возможен его перегрев. Поэтому, учитывая ориентацию световых проемов, климат района строительства летом и назначение помещения, можно рекомендовать применение солнцезащитных устройств.

2. Если $e_{cp} < e_n$ более чем на 10 %, то естественное освещение недостаточное, оно не удовлетворяет нормам. Нужно увеличить площадь остекления, запроектировать дополнительные светопроемы или использовать совмещённое освещение.

Также нужно сделать вывод о равномерности естественного освещения исследуемого помещения. Для этого минимальное значение КЕО при комбинированном освещении делят на e_{cp} . Если это отношение не менее 1/3, то следует вывод о том, что требования по ограничению неравномерности естественного освещения выполняются. В противном случае в помещении отмечаются зоны с недостаточным естественным освещением.

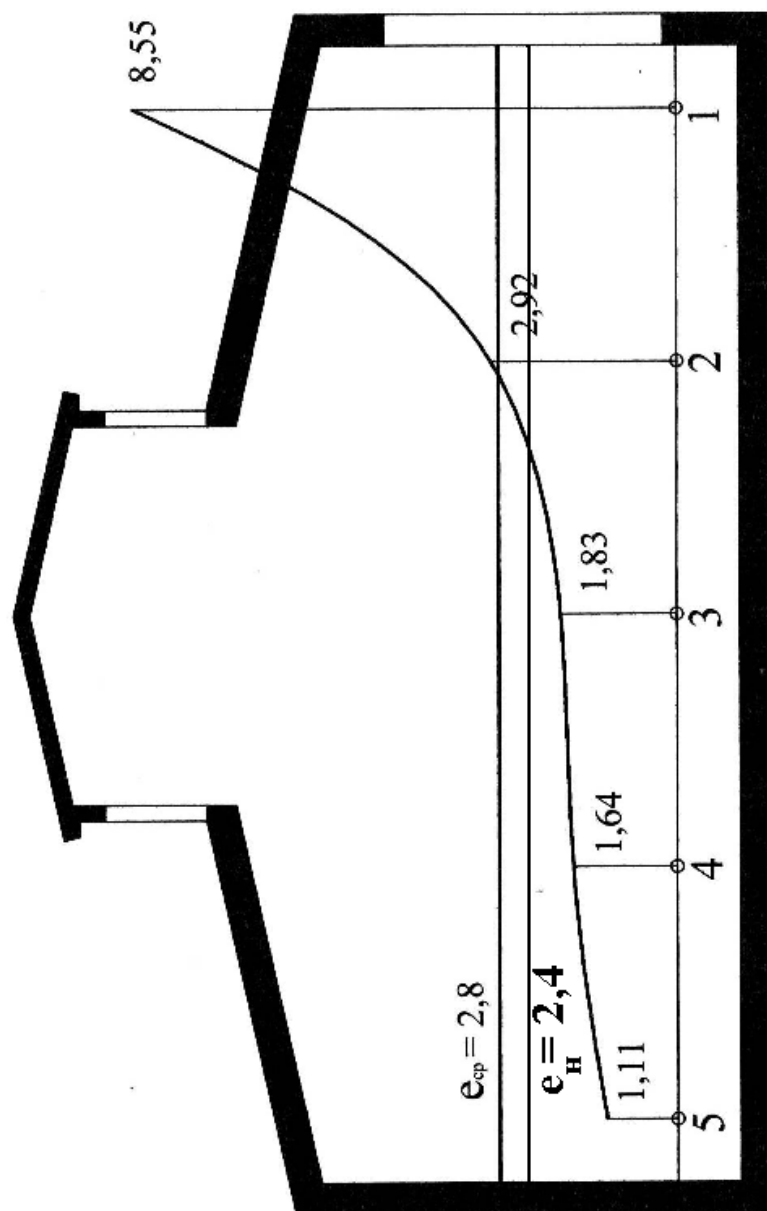


Рис.9. График естественного освещения

Значения коэффициента r_1

Таблица 5

| Отношение В/н | Отношение l / В | Значение r₁ при одностороннем боковом освещении | | | | | | | | |
|------------------|--------------------|---|----------|----------|------------|----------|----------|------------|----------|----------|
| | | Средневзвешенный коэффициент отражения ρ_{ср} | | | | | | | | |
| | | 0,5 | | | 0,4 | | | 0,3 | | |
| | | Отношение L/B | | | | | | | | |
| | | 0,5 | 1 | 2 | 0,5 | 1 | 2 | 0,5 | 1 | 2 |
| От 1 до 1,5 | 0,1 | 1,05 | 1,05 | 1,05 | 1,05 | 1,05 | 1 | 1,05 | 1 | 1 |
| | 0,5 | 1,4 | 1,3 | 1,2 | 1,2 | 1,15 | 1,1 | 1,15 | 1,1 | 1,1 |
| | 1 | 2,1 | 1,9 | 1,5 | 1,8 | 1,6 | 1,3 | 1,4 | 1,3 | 1,2 |
| > 1,5 до 2,5 | 0,1 | 1,05 | 1,05 | 1,05 | 1,05 | 1,05 | 1,05 | 1,05 | 1 | 1 |
| | 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 | 2,48 | 2,15 | 1,7 | 1,7 | 1,6 | 1,3 | 1,55 | 1,4 | 1,25 |
| | 1 | 3,8 | 3,3 | 2,4 | 2,8 | 2,4 | 1,8 | 2,8 | 2,4 | 1,8 |
| > 2,5 до 3,5 | 0,1 | 1,1 | 1,05 | 1,05 | 1,05 | 1,05 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | 0,2 | 1,15 | 1,1 | 1,05 | 1,1 | 1,1 | 1,05 | 1,05 | 1,05 | 1,05 |
| | 0,3 | 1,2 | 1,15 | 1,1 | 1,15 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,05 |
| | 0,4 | 1,35 | 1,25 | 1,2 | 1,2 | 1,15 | 1,1 | 1,15 | 1,1 | 1,1 |
| | 0,5 | 1,6 | 1,45 | 1,3 | 1,35 | 1,25 | 1,2 | 1,25 | 1,15 | 1,1 |
| | 0,6 | 2 | 1,75 | 1,45 | 1,6 | 1,45 | 1,3 | 1,4 | 1,3 | 1,2 |
| | 0,7 | 2,6 | 2,2 | 1,7 | 1,9 | 1,7 | 1,4 | 1,6 | 1,5 | 1,3 |
| | 0,8 | 3,6 | 3,1 | 2,4 | 2,4 | 2,2 | 1,55 | 1,9 | 1,7 | 1,4 |
| | 0,9 | 5,3 | 4,2 | 3 | 2,9 | 2,45 | 1,9 | 2,2 | 1,85 | 1,5 |
| | 1 | 7,2 | 5,4 | 4,3 | 3,6 | 3,1 | 2,4 | 2,6 | 2,2 | 1,7 |
| > 3,5 | 0,1 | 1,2 | 1,15 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,05 | 1,05 | 1,05 | 1 |
| | 0,2 | 1,4 | 1,3 | 1,2 | 1,2 | 1,15 | 1,1 | 1,1 | 1,05 | 1,05 |
| | 0,3 | 1,75 | 1,5 | 1,3 | 1,4 | 1,3 | 1,2 | 1,25 | 1,2 | 1,1 |
| | 0,4 | 2,4 | 2,1 | 1,8 | 1,6 | 1,4 | 1,3 | 1,4 | 1,3 | 1,2 |
| | 0,5 | 3,4 | 2,9 | 2,5 | 2 | 1,8 | 1,5 | 1,7 | 1,5 | 1,3 |
| | 0,6 | 4,6 | 3,8 | 3,1 | 2,4 | 2,1 | 1,8 | 2 | 1,8 | 1,5 |
| | 0,7 | 6 | 4,7 | 3,7 | 2,9 | 2,6 | 2,1 | 2,3 | 2 | 1,7 |
| | 0,8 | 7,4 | 5,8 | 4,7 | 3,4 | 2,9 | 2,4 | 2,6 | 2,3 | 1,9 |
| | 0,9 | 9 | 7,1 | 5,6 | 4,3 | 3,6 | 3 | 3 | 2,6 | 2,1 |
| | 1 | 10 | 7,3 | 5,7 | 5 | 4,1 | 3,5 | 3,5 | 3 | 2,5 |

Значения коэффициентов τ_1 , τ_2 и τ_3

Таблица 6

| Вид светопропускающего материала | τ_1 | Вид переплета | τ_2 | Несущие конструкции покрытий | τ_3 |
|--|--------------------------------------|--|--|---|------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Стекло оконное листовое: <i>одинарное</i> <i>двойное</i> <i>тройное</i> | 0,9 0,8 0,75 | Переплеты для окон и фонарей промышленных зданий: | | Стальные фермы Железобетонные и деревянные фермы и арки | 0,9 0,8 |
| Стекло витринное толщиной 6-8 мм | 0,8 | а) деревянные: <i>одинарные</i> <i>спаренные</i> | 0,75 0,7 0,6 | Балки и рамы сплошные при высоте сечения: <i>50 см и более</i> <i>менее 50 см</i> | 0,8 0,9 |
| Стекло листовое армированное | 0,6 | б) стальные: <i>одинарные</i> <i>двойные открыв.</i> <i>двойные глухие</i> | 0,9 0,6 0,8 | | |
| Стекло листовое узорчатое | 0,65 | | | | |
| Стекло листовое со спец. свойствами: <i>солнцезащитное</i> <i>контрастное</i> | 0,65 0,75 | | | | |
| Органическое стекло: <i>прозрачное</i> <i>молочное</i> Пустотелые стеклянные блоки: <i>светорассеивающие</i> <i>светопрозрачные</i> Стеклопакеты | 0,9 0,6 0,5 0,55 0,8 | Переплеты для окон и фонарей жилых и общественных зданий: а) деревянные: <i>одинарные</i> <i>спаренные</i> <i>двойные раздельные с тройным остеклен.</i> б) металлические: <i>одинарные</i> <i>спаренные</i> <i>двойные раздельные с тройным остеклен.</i> Стекложелезобетон. панели с пустотелыми стекл. блоками | 0,8 0,75 0,65 0,5 0,9 0,85 0,8 0,7 0,9 | | |

Значения коэффициента τ_4

Таблица 7

| Солнцезащитные устройства | τ_4 | Солнцезащитные устройства | τ_4 | Солнцезащитные устройства | τ_4 | Солнцезащитные устройства | τ_4 |
|---|----------|---|-----------------|--|--------------|-------------------------------|----------|
| Убирающиеся регулируемые жалюзи и шторы | 1,0 | Горизонтальные козырьки: С защитным углом не более 30° С защитным углом 15°-45° | 0,8 0,75 | Стационарные жалюзи и экраны <i>Горизонтальные</i> <i>Вертикальные</i> | 0,65 0,75 | Балконы: Глубиной до 1,20м | 0,9 |
| | | | | | | Глубиной 1,20 – 1,50м | 0,85 |
| | | | | | | Лоджии Глубиной до 1,20м | 0,8 |
| | | | | | | Глубиной 1,20 – 1,50м | 0,7 |

Значения коэффициента MF

Таблица 8

| Помещения | Коэффициент MF при расположении светопропускающего материала | | |
|---|--|----------|---------------|
| | Вертикально | Наклонно | Горизонтально |
| Производственные помещения (цехи инструментальные, сборочные, механические, пошивочные) | 0,77 | 0,67 | 0,63 |
| Помещения жилых и общественных зданий | 0,83 | 0,71 | 0,67 |

Значения коэффициента $\mathbf{r_2}$

Таблица 9

| Отношение высоты помещения, принимаемой от усл. рабочей поверхности до нижней грани остекления, H_f к глубине помещения B | Значения коэффициента $\mathbf{r_2}$ при средневзвешенном коэф-те отражения пола, стен и потолка ρ_{cp} | | |
|---|--|-------------------|-------------------|
| | $\rho_{cp} = 0,5$ | $\rho_{cp} = 0,4$ | $\rho_{cp} = 0,3$ |
| 2 | 1,7 | 1,6 | 1,4 |
| 1 | 1,5 | 1,4 | 1,3 |
| 0,75 | 1,45 | 1,35 | 1,25 |
| 0,5 | 1,4 | 1,3 | 1,2 |
| 0,25 | 1,35 | 1,25 | 1,15 |

Значения коэффициента K_{ϕ}

Таблица 10

| Тип фонаря | K_{ϕ} |
|---|------------|
| Световые проемы в плоскости покрытия, ленточные зенитные фонари | 1 |
| Световые проемы в плоскости покрытия, штучные зенитные фонари | 1,1 |
| Фонари с наклонным двусторонним остеклением | 1,15 |
| Фонари с вертикальным двусторонним остеклением | 1,2 |
| Фонари с наклонным односторонним остеклением (шеды) | 1,3 |
| Фонари с вертикальным односторонним остеклением (шеды) | 1,4 |

Значения коэффициентов светового климата C_N

Таблица 11

| Световые проемы | Ориентация | Коэффициент светового климата C_N | | | | |
|---|----------------|---------------------------------------|------|------|------|------|
| | | Номер группы административных районов | | | | |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Окна | С | 1 | 1,11 | 0,91 | 0,83 | 1,25 |
| | СВ, СЗ | 1 | 1,11 | 0,91 | 0,83 | 1,25 |
| | З, В | 1 | 1,11 | 0,91 | 0,91 | 1,25 |
| | ЮВ, ЮЗ | 1 | 1,18 | 1 | 0,91 | 1,25 |
| | Ю | 1 | 1,18 | 1 | 0,91 | 1,33 |
| В прямоугольных и трапецевидных фонарях | С-Ю | 1 | 1,11 | 0,91 | 0,83 | 1,33 |
| | СВ-ЮЗ ЮВ-СЗ | 1 | 1,11 | 0,83 | 0,83 | 1,43 |
| | В-З | 1 | 1,11 | 0,91 | 0,83 | 1,43 |
| В фонарях типа «Шед» | С | 1 | 1,11 | 0,83 | 0,83 | 1,43 |
| В зенитных фонарях | - | 1 | 1,11 | 0,83 | 0,83 | 1,33 |

Группы административных районов по ресурсам светового климата

Таблица 11а

| Группа | Административный район |
|--------|---|
| 1 | Московская, Смоленская, Владимирская, Калужская, Тульская, Рязанская, Нижегородская, Пермская, Челябинская, Новосибирская, Кемеровская области... |
| 2 | Брянская, Курская, Белгородская, Воронежская, Липецкая, Тамбовская, Самарская, Ульяновская, Оренбургская, Саратовская, Волгоградская области... |
| 3 | Калининградская, Псковская, Новгородская, Тверская, Ярославская, Ивановская, Ленинградская области... |
| 4 | Архангельская, Мурманская области |
| 5 | Ростовская, Астраханская области, Краснодарский, Ставропольский края, Калмыкия, Дагестан, Республика Крым... |

Индивидуальные задания для расчета

Таблица А

Назначение помещения (варианты)

| Последняя цифра номера зачетной книжки | Назначение помещения |
|--|--|
| 1 | Читальный зал |
| 2 | Лекционная аудитория |
| 3 | Сборочный цех, сборка малой точности |
| 4 | Спортивный зал ВУЗа |
| 5 | Операционный зал вокзала |
| 6 | Офис |
| 7 | Зал спортивных игр оздоровительного учреждения |
| 8 | Сборочный цех, сборка средней точности |
| 9 | Проектный зал |
| 0 | Выставочный зал |

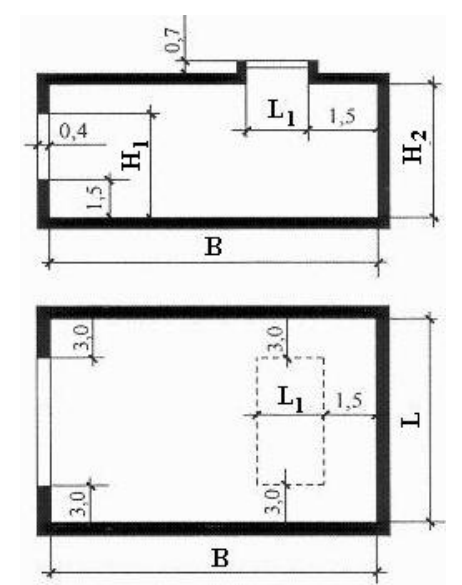
Таблица Б

Исходные данные к расчету естественного освещения

| Вариант | План и разрез помещения | Данные к расчету |
|---------|-------------------------|---|
| 1 | | <p>Место строительства: Брянск</p> <p>Ориентация окон: С</p> <p>Вид светопропускающего материала: <i>для бокового освещения</i> – стекло оконное листовое двойное, <i>для верхнего освещения</i> – органическое стекло прозрачное</p> <p>Переплёты: <i>для бокового освещения</i> – деревянные двойные раздельные, <i>для верхнего освещения</i> – металлические одинарные</p> <p>Несущие конструкции покрытия: деревянные фермы</p> <p>Размеры (м): $H_1 = 3,0$; $H_2 = 3,4$; $H_3 = 7,0$; $L = 24$; $B = 18$</p> |

| | | |
|---|---|--|
| 2 |  | <p>Место строительства: Ростов-на-Дону</p> <p>Ориентация окон: ЮЗ</p> <p>Вид светопропускающего материала: для бокового освещения – стекло оконное листовое двойное, для верхнего освещения – органическое стекло прозрачное</p> <p>Переплёты: для бокового освещения – металлические спаренные, для верхнего освещения – металлические одинарные</p> <p>Несущие конструкции покрытия: железобетонные фермы</p> <p>Размеры (м): $H_1 = 2,7$; $H_2 = 3,0$; $H_3 = 6,0$; $L = 15$; $B = 15$</p> |
| 3 |  | <p>Место строительства: Ростов-на-Дону</p> <p>Ориентация окон: В</p> <p>Вид светопропускающего материала: для бокового освещения – стеклопакеты, для верхнего освещения – органическое стекло молочное</p> <p>Переплёты: для бокового освещения – металлические одинарные, для верхнего освещения – металлические одинарные</p> <p>Несущие конструкции покрытия: железобетонные фермы</p> <p>Размеры (м): $H_1 = 4,5$; $H_2 = 5,5$; $L_1 = 6,0$; $L = 12$; $B = 18$</p> |
| 4 |  | <p>Место строительства: Самара</p> <p>Ориентация окон: СЗ</p> <p>Вид светопропускающего материала: для бокового освещения – стекло оконное листовое двойное, для верхнего освещения – органическое стекло прозрачное</p> <p>Переплёты: для бокового освещения – деревянные двойные раздельные, для верхнего освещения – металлические одинарные</p> <p>Несущие конструкции покрытия: балки высотой 40 см</p> <p>Размеры (м): $H_1 = 3,6$; $H_2 = 4,6$; $L_1 = 4,0$; $L = 12$; $B = 12$</p> |

| | | |
|---|---|---|
| 5 |  | <p>Место строительства: Астрахань</p> <p>Ориентация окон: СВ</p> <p>Вид светопропускающего материала: <i>для бокового освещения</i> – стеклопакеты, <i>для верхнего освещения</i> – органическое стекло молочное</p> <p>Переплёты: <i>для бокового освещения</i> – металлические одинарные, <i>для верхнего освещения</i> – металлические одинарные</p> <p>Несущие конструкции покрытия: балки высотой 40 см</p> <p>Размеры (м): $H_1 = 4,0$; $H_2 = 4,5$; $H_3 = 5,0$; $H_4 = 7,0$; $L = 18$; $B = 18$; $j = 3,0$</p> |
| 6 |  | <p>Место строительства: Ставрополь</p> <p>Ориентация окон: С</p> <p>Вид светопропускающего материала: <i>для бокового освещения</i> – пустотелые стеклянные блоки, <i>для верхнего освещения</i> – стекло листовое одинарное</p> <p>Переплёты: <i>для бокового освещения</i> – стекложелезобетонные панели, <i>для верхнего освещения</i> – стальные одинарные</p> <p>Несущие конструкции покрытия: стальные фермы</p> <p>Размеры (м): $H_1 = 4,8$; $H_2 = 5,6$; $H_3 = 7,0$; $H_4 = 9,0$; $L = 24$; $B = 18$; $j = 4,0$</p> |
| 7 |  | <p>Место строительства: Краснодар</p> <p>Ориентация окон: ЮВ</p> <p>Вид светопропускающего материала: <i>для бокового освещения</i> – стеклопакеты, <i>для верхнего освещения</i> – органическое стекло прозрачное</p> <p>Переплёты: <i>для бокового освещения</i> – стальные одинарные, <i>для верхнего освещения</i> – стальные одинарные</p> <p>Несущие конструкции покрытия: стальные фермы</p> <p>Размеры (м): $H_1 = 5,0$; $H_2 = 6,0$; $H_3 = 6,8$; $H_4 = 8,8$; $L = 18$; $B = 18$; $j = 3,0$</p> |

| | | |
|---|---|---|
| 8 |  | <p>Место строительства: Мурманск</p> <p>Ориентация окон: ЮЗ</p> <p>Вид светопропускающего материала: <i>для бокового освещения</i> – стекло оконное листовое двойное, <i>для верхнего освещения</i> – органическое стекло молочное</p> <p>Переплёты: <i>для бокового освещения</i> – стальные двойные глухие, <i>для верхнего освещения</i> – стальные двойные открыв.</p> <p>Несущие конструкции покрытия: железобетонные фермы</p> <p>Размеры (м): $H_1 = 4,0$; $H_2 = 5,0$; $H_3 = 6,8$; $H_4 = 9,0$; $L = 24$; $B = 18$; $j = 3,0$</p> |
| 9 |  | <p>Место строительства: Волгоград</p> <p>Ориентация окон: ЮЗ</p> <p>Вид светопропускающего материала: <i>для бокового освещения</i> – стекло листовое солнцезащитное, <i>для верхнего освещения</i> – органическое стекло молочное</p> <p>Переплёты: <i>для бокового освещения</i> – деревянные двойные раздельные, <i>для верхнего освещения</i> – деревянные одинарные</p> <p>Несущие конструкции покрытия: деревянные фермы</p> <p>Размеры (м): $H_1 = 4,5$; $H_2 = 5,2$; $L_1 = 4,0$; $L = 12$; $B = 18$</p> |
| 0 |  | <p>Место строительства: Оренбург</p> <p>Ориентация окон: С</p> <p>Вид светопропускающего материала: <i>для бокового освещения</i> – стекло оконное листовое двойное, <i>для верхнего освещения</i> – органическое стекло молочное</p> <p>Переплёты: <i>для бокового освещения</i> – металлические спаренные, <i>для верхнего освещения</i> – металлические одинарные</p> <p>Несущие конструкции покрытия: балки высотой 60 см</p> <p>Размеры (м): $H_1 = 3,6$; $H_2 = 4,2$; $L_1 = 3,0$; $L = 12$; $B = 12$</p> |

Литература

1. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение
2. СП 23-102-2003 Естественное освещение жилых и общественных зданий
3. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий