

## Производственное освещение

В производственных помещениях предусматривается естественное, искусственное и совмещенное освещение.

Наличие естественного освещения характерно для светлого времени суток в помещениях с постоянным пребыванием персонала. Обеспечение помещений естественным освещением реализуется с помощью световых проемов в стенах и крыше здания.

В темное время суток в производственных помещениях используют искусственное освещение.

При выполнении работ наивысшей точности, а также недостаточности естественного освещения применяется освещение совмещенное, которое предусматривает использование естественного и искусственного света при главенствующей роли естественного освещения.

Естественное подразделяется на:

- боковое - световые проемы расположены в наружных стенах;
- верхнее - световые проемы расположены в крыше здания;
- совмещенное - сочетание бокового и верхнего естественного освещения.

Искусственное освещение делится на общее, местное и комбинированное. Предусматривается также аварийное, эвакуационное, охранное и дежурное освещение.

Рациональное освещение рабочего места оказывает положительное психофизиологическое воздействие на персонал, способствует повышению производительности труда, обеспечению его безопасности, сохранению высокой работоспособности в течение всего рабочего времени.

Данное влияние связано с тем, что свет оказывает положительное влияние на эмоциональное состояние человека, воздействует на обмен веществ, сердечно-сосудистую систему, является важным стимулятором не только зрительного анализатора, но и организма в целом.

## Теория

### Естественное освещение

В силу значительной зависимости естественной освещенности от времени суток, периода года, погодных условий, она не может быть использована в качестве нормируемой величины. В качестве таковой для естественного освещения выступает коэффициент естественной освещенности **КЕО**:

$$\text{КЕО} = \frac{E_{\text{рм}}}{E_{\text{н}}} \cdot 100 \%,$$

где  $E_{\text{рм}}$  - значение освещенности на рабочем месте, лк;  $E_{\text{н}}$  - значение освещенности вне здания, измеренное на открытой площадке, лк.

Расчет естественного освещения заключается в определении площади световых проемов, обеспечивающей нормированное значения **КЕО**. Соответственно, необходимая площадь окон при боковом освещении  $S_{\text{о}}$  [м] и площадь световых фонарей при верхнем освещении  $S_{\text{ф}}$  [м], можно определить по следующим соотношениям:

$$S_o = (KEO_n S_{\text{пола}} \eta_o K_{\text{зд}} K_{\text{зап}}) / (100 \tau_o r_1),$$

$$S_{\Phi} = (KEO_n S_{\text{пола}} \eta_{\Phi} K_{\text{зап}}) / (100 \tau_o r_2),$$

где  $KEO_n$  - нормированное значение коэффициента естественной освещённости, %;

$S_{\text{пола}}$  - площадь пола помещения,  $\text{м}^2$ ;

$\eta_o, \eta_{\Phi}$  - световая характеристика окна и фонаря, соответственно ([таблица 1](#), [таблица 2](#));

$K_{\text{зд}}$  - коэффициент, учитывающий затенение окон противостоящими зданиями ([таблица 3](#));

$K_{\text{зап}}$  - коэффициент, учитывающий снижение величины  $KEO$  в результате постепенного загрязнения и старения светопрозрачных заполнений в световых проемах, а также снижения отражающих свойств поверхностей помещения ([СП 52.13330.2011](#) «Естественное и искусственное освещение» табл. 3);

$\tau_o$  - общий коэффициент светопропускания, определяемый по следующей формуле:

$$\tau_o = \tau_1 \tau_2 \tau_3 \tau_4 \tau_5,$$

где  $\tau_1$  - коэффициент светопропускания материала ([таблица 4](#));

$\tau_2$  - коэффициент учитывающий потери света в переплётах светопроёма ([таблица 4](#));

$\tau_3$  - коэффициент учитывающий потери света в несущих конструкциях ([таблица 5](#))(при боковом освещении  $\tau_3 = 1$ );

$\tau_4$  - коэффициент, учитывающий потери света в солнцезащитных устройствах (для убирающихся регулируемых жалюзи и штор, а также при отсутствии солнцезащитных средств  $\tau_4 = 1$ );

$\tau_5$  - коэффициент, учитывающий потери света в защитной сетке, устанавливаемой под фонарями, принимаемый равным 0,9;

$r_1, r_2$  - коэффициенты, учитывающие повышение  $KEO$  от отражённого света:

- $r_1$  - при боковом освещении, благодаря свету, отражённому от поверхности помещения и подстилающего слоя, можно принимать в пределах от 1,5 до 3,0: меньше - при боковом двустороннем освещении, больше - при боковом одностороннем освещении;
- $r_2$  - при верхнем освещении, благодаря свету, отражённому от поверхностей помещения, принимается ориентировочно равным от 1,1 до 1,4.

## Искусственное освещение

Расчет искусственного освещения проводится с целью определения основных параметров осветительной установки (количество и мощность источников света; тип и число светильников; размещение светильников), при которых будет обеспечена нормируемая освещённость на рабочих местах.

Расчёт искусственного освещения производят следующими методами:

- метод коэффициента использования светового потока;
- точечный метод;
- метод удельной мощности.

**Метод коэффициента использования светового потока** предназначен для расчета общего равномерного освещения горизонтальных поверхностей при отсутствии крупных затеняющих предметов.

В основе метода светового потока лежит формула:

$$\Phi = \frac{E_n S_{\text{п}} K_{\text{зап}} Z}{N_c n_d \eta},$$

где  $\Phi$  - световой поток одной лампы применяемых светильников, ЛМ;

$E_{н}$  - нормируемая минимальная освещённость, ЛК;

$S_{п}$  - площадь освещаемого помещения, М;

$K_{зап}$  - коэффициент запаса, учитывающий запыление светильников и износ источников света в процессе эксплуатации. Определяется согласно СП 52.13330.2011 «Естественное и искусственное освещение» таблица 3;

$Z$  - коэффициент минимальной освещённости (неравномерности освещения) определяется, как отношение средней освещённости к минимальной  $E_{ср}/E_{min}$ . При расчётах для ламп накаливания и ламп высокого давления (ДРЛ, ДРИ и ДНаТ)  $Z = 1,15$ , для люминесцентных ламп  $Z = 1,1$ , для светодиодных ламп и отражённого освещения  $Z = 1$ ;

$N_c$  - количество светильников в помещении;

$n_{л}$  - количество ламп в светильнике;

$\eta$  - коэффициент использования светового потока осветительной установки - это отношение светового потока, падающего на рабочую поверхность, к световому потоку, испускаемому источником.

Приблизительно рассчитывается по данным из таблицы 6 и таблицы 7 в зависимости от типа светильника, коэффициентов отражения потолка  $\rho_{п}$ , стен  $\rho_{с}$  и рабочей поверхности  $\rho_{р}$ , высоты подвеса светильников и индекса помещения  $i$ , определяемого по следующей формуле:

$$i = \frac{AB}{H_{св}(A+B)},$$

где  $A$  и  $B$  - длина и ширина помещения, М;

$H_{св}$  - высота подвеса светильника над рабочей поверхностью, М.

Во всех случаях  $i$  округляется до ближайших табличных значений; при  $i > 5$  учитывается  $i = 5$ .

Коэффициенты отражения помещения: потолка  $\rho_{п}$ , стен  $\rho_{с}$  и рабочей поверхности  $\rho_{р}$  приближенно можно оценить по таблице 7.

Приблизенный расчет коэффициента использования светового потока  $\eta$  с помощью таблиц 5-19 и 5-20 из «Справочной книги для проектирования электрического освещения» под редакцией Г.М. Кнорринга от 1976 г., выполняется по следующей схеме:

1. по форме кривой силы света в нижней полусфере определяется ее тип: по каталожным данным светильника определяются, в долях от потока лампы, потоки нижней  $\Phi_{н.сф.}$  и верхней  $\Phi_{в.сф.}$  полусфер;
2. первый умножается на выраженное в долях значение коэффициента использования по таблице 5-19, второй - по таблице 5-20;
3. сумма произведений дает общий коэффициент использования светового потока.

Используя формулу метода светового потока можно рассчитать требуемое число ламп в помещении:

$$B = \frac{E_{н} S_{п} K_{зап} Z}{\Phi_{л} \eta},$$

где  $B$  - общее число ламп во всех светильниках.

**Точечный метод** служит для расчета освещения как угодно расположенных поверхностей и при любом распределении освещенности. Применяется при расчете общего локализованного освещения, освещения открытых пространств и местного освещения.

Световой поток при расчёте по точечному методу определяется по формуле:

$$\Phi = \frac{1000 E_{н} K_{зап}}{\mu \sum e},$$

где  $E_n$  - нормируемая минимальная освещённость, ЛК;

$K_{зап}$  - коэффициент запаса, учитывающий запыление светильников и износ источников света в процессе эксплуатации. Определяется согласно СП 52.13330.2011 «Естественное и искусственное освещение» таблица 3;

$\mu$  - коэффициент, учитывающий действие более далеких светильников и отраженную составляющую. Значения можно принимать в пределах 1,1...1,2;

$\sum e$  - суммарная условная освещенность в расчетной точке, ЛК.

Условная освещенность - это освещенность, создаваемая световым потоком (при многоламповых светильниках - суммарный поток ламп) равным в каждом светильнике 1000 лм. Величина условной освещенности зависит от светораспределения светильника и геометрических размеров  $d$  и  $h$  (см. рисунок).

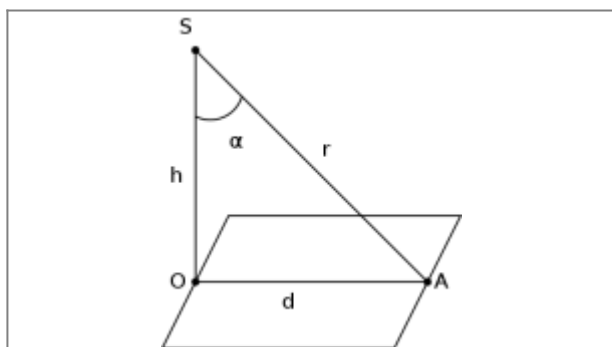


Рисунок. Расчёт освещения точечным методом

Для определения условной освещенности служат пространственные изолюксы условной горизонтальной освещенности источника света на которых находится точка с заданными  $d$  и  $h$ .

Приближенно, когда точных данных нет, для определения условной освещенности  $e$  можно воспользоваться графиком излучателя, имеющего по всем направлениям силу света 100 кд (см. рисунок). Значение условной освещенности  $e_{100}$  определяется путем интерполяции между значениями, указанными у ближайших изолюкс.

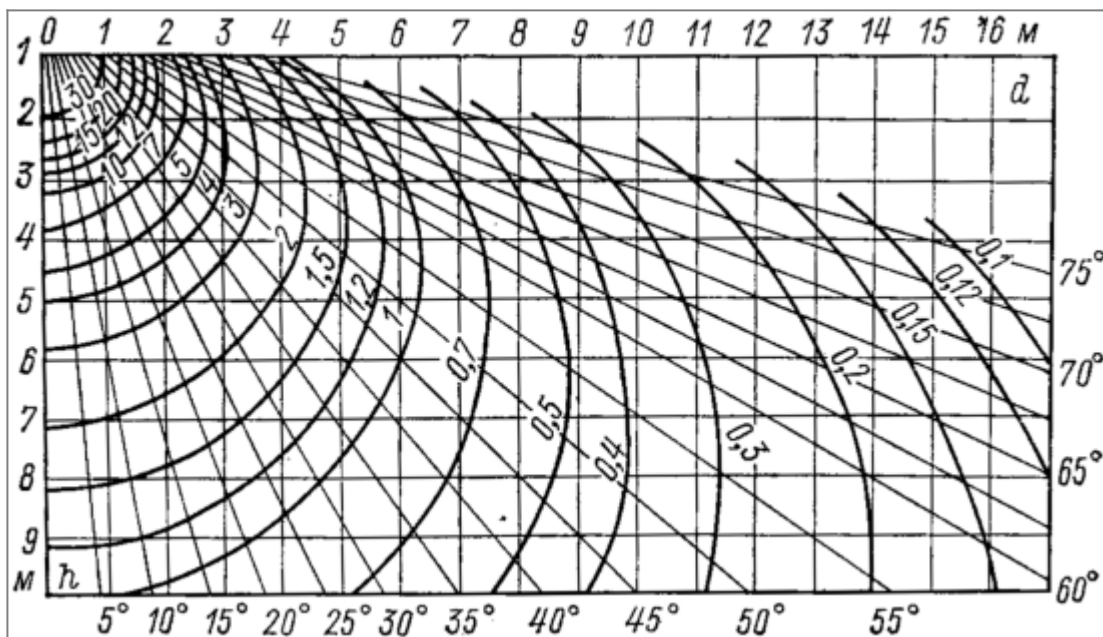


Рисунок. Пространственные изолюксы условной горизонтальной освещенности.  
Сила света светильника по всем направлениям 100 кд

Одновременно по радиальным лучам находится значение  $\alpha$  и по кривой силы света светильника определяется  $I_{\alpha}$ , после чего рассчитывается :

$$e = e_{100} \frac{I_{\alpha}}{100}.$$

По рассчитанному световому потоку  $\Phi$  подбирается ближайшая по значению стандартная лампа.

Кроме того, данный метод может использоваться для определения освещенности при известном световом потоке  $\Phi$ .

В качестве контрольных точек выбираются точки освещаемой площади с наименьшим  $e$ .

**Метод удельной мощности (Ватта)** является упрощенной формой метода коэффициента использования, используется для ориентировочного расчета освещенности.

Мощность  $W$  [Вт] осветительной установки по методу Ватта определяется по следующей формуле:

$$W = \frac{E_n S_{\text{пола}} K_{\text{зап}}}{E_{\text{ср}}},$$

где  $E_n$  - нормируемая минимальная освещенность, лк;

$S_{\text{п}}$  - площадь освещаемого помещения, м<sup>2</sup>;

$K_{\text{зап}}$  - коэффициент запаса, учитывающий запыление светильников и износ источников света в процессе эксплуатации. Определяется согласно СП 52.13330.2011 «Естественное и искусственное освещение» таблица 3;

$E_{\text{ср}}$  - средняя горизонтальная освещенность при удельном расходе электроэнергии 1 Вт/м<sup>2</sup>, лк/(Вт/м<sup>2</sup>).

Тогда необходимое количество ламп  $N$  выбранной мощности определится по формуле:

$$N = \frac{W}{W_{\text{л}}},$$

где  $W_{\text{л}}$  - электрическая мощность одной лампы, Вт.

При отсутствии точных данных для люминесцентных ламп приближенно можно считать, что освещенность в 100 лк соответствует удельной мощности 10 Вт/м<sup>2</sup>.

## Задачи

### Задача № 1

Рассчитать площадь боковых световых проёмов и процент заполнения стен световыми проёмами в производственном помещении шириной  $B = 9$  м, длиной  $L = 14$  м, высотой  $H = 5$  м. Высота от рабочей поверхности до верха окна  $h_1 = 4$  м. Противостоящее здание находится на расстоянии  $L_{\text{зд}} = 30$  м,  $H_{\text{зд}} = 30$  м.

Спроектировать боковое, одностороннее естественное освещение. Предусмотреть использование двойного оконного стекла в деревянных спаренных вертикально расположенных переплетах. Выполняемая зрительная работа имеет нормируемое значение  $KEO = 1,5\%$ .

## Задача № 2

Определить требуемое количество светильников в производственном помещении шириной  $= 9$  м, длиной  $B = 14$  м, высотой  $H = 5$  м, если известно, что норма освещённости  $E_n$  для работы выполняемых в помещении составляет 200 лк, а пылевыделение при производстве работ незначительное.

Производственное помещение имеет «светлый» потолок, «серые» стены и «тёмную» рабочую поверхность.

Для освещения помещения используются подвесные светильники ПВЛМ-2, расположенные на высоте 3, 5 м над рабочей поверхностью.

В светильниках применяются газоразрядные люминесцентные лампы ЛБ с потребляемой мощностью 40 Вт и световым потоком 3000 лм. Кривая силы света светильника относится к глубокому типу. Согласно справочной литературе, доли светового потока светильника в верхней  $\Phi_{в.св}$  и нижней полусферах от общего потока ламп  $\Phi_{в.св}$  равны, соответственно, 0, 59 и 0, 16.

## Задача № 3

Найдите освещённость горизонтальной рабочей поверхности, которая создаётся двумя светильниками, провешенными на высоте  $h = 3$  м от уровня пола так, что свет от них падает на поверхность под углом  $\alpha = 30^\circ$  к нормали, если известно, что сила света, испускаемого каждым из светильников в этом направлении  $I$  равна 600 кд. Коэффициент запаса,  $K_{зап} = 1, 3$ . Высота рабочей поверхности  $h_{раб}$  равняется 0, 8 м.

## Задача № 4

Оцените мощность осветительной установки и требуемое количество ламп  $N$  для создания общего равномерного освещения с нормируемой освещённостью  $E_n = 200$  лк, если площадь помещения  $S = 84$  м<sup>2</sup>, мощность одной лампы  $W = 80$  Вт, коэффициент запаса  $K_{зап} = 1, 2$ . Среднюю горизонтальную освещённость  $E_{ср}$  при удельном расходе электроэнергии в 1 Вт/м<sup>2</sup> принять равной 10 лк/(Вт/м<sup>2</sup>).

## Приложение

[Производственное освещение. Справочная информация.](#)

From:  
<https://jurik-phys.net/> - Jurik-Phys.Net

Permanent link:  
[https://jurik-phys.net/lifesafety:seminars:workplce\\_light](https://jurik-phys.net/lifesafety:seminars:workplce_light)

Last update: 2015/12/17 23:58

