

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, м^2 ;

η_o, η_{Φ} - 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);

τ_o - общий коэффициент светопропускания, определяемый по следующей формуле:

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

где τ_1 - коэффициент светопропускания материала (таблица 4);

τ_2 - коэффициент учитывающий потери света в переплётах светопроёма (таблица 4);

τ_3 - коэффициент учитывающий потери света в несущих конструкциях (таблица 5) (при боковом освещении $\tau_3 = 1$);

τ_4 - коэффициент, учитывающий потери света в солнцезащитных устройствах (для убирающихся регулируемых жалюзи и штор, а также при отсутствии солнцезащитных средств $\tau_4 = 1$);

τ_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 Φ - световой поток одной лампы применяемых светильников, ЛМ;

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

$S_{п}$ - площадь освещаемого помещения, м²;

$K_{зап}$ - 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;

η - 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 η 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;

μ - 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).

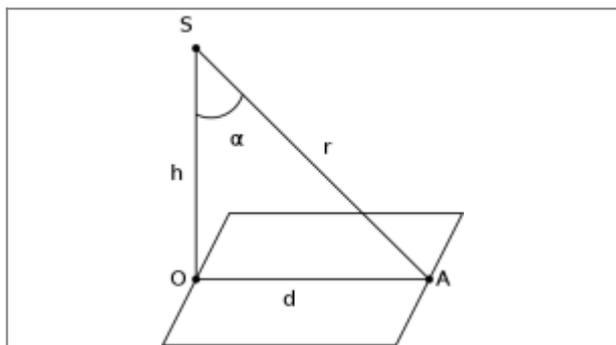


Рисунок. Расчёт освещения точечным методом

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.

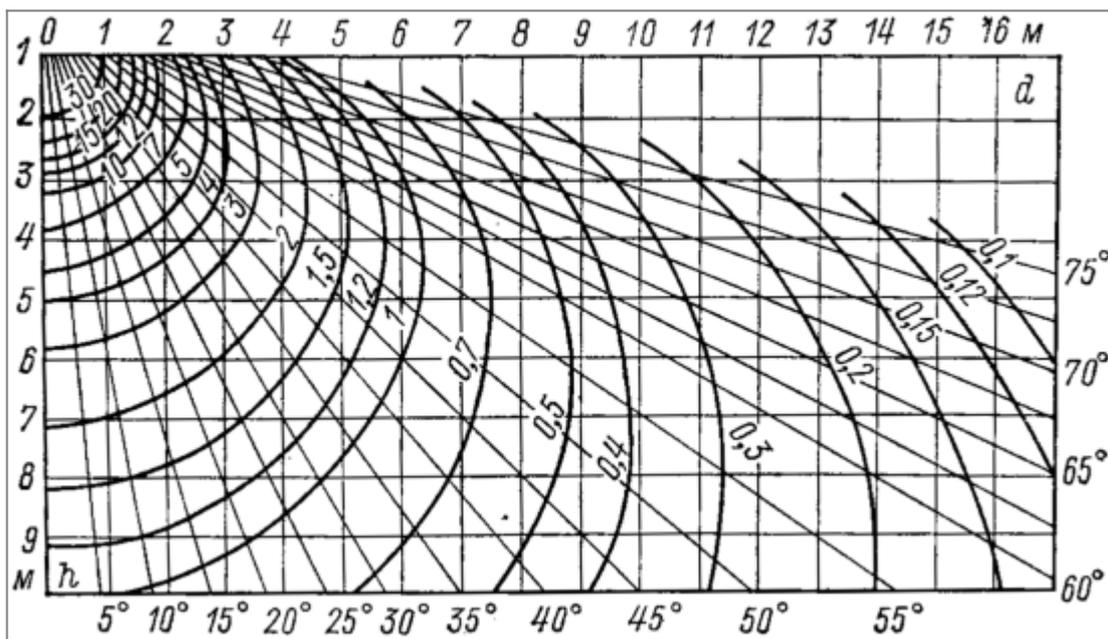


Рисунок. Пространственные изолюксы условной горизонтальной освещенности.
Сила света светильника по всем направлениям 100 кд

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

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

По рассчитанному световому потоку Φ подбирается ближайшая по значению стандартная лампа.

Кроме того, данный метод может использоваться для определения освещенности при известном световом потоке Φ .

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, м²;

$K_{\text{зап}}$ - 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/м², лк/(Вт/м²).

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/м².

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 $S = 84$ м², мощность одной лампы $W = 80$ Вт, коэффициент запаса $K_{зап} = 1,2$. Среднюю горизонтальную освещённость $E_{ср}$ при удельном расходе электроэнергии в 1 Вт/м² принять равной 10 лк/(Вт/м²).

Приложение

[Производственное освещение. Справочная информация.](#)

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

Permanent link:
https://www.jurik-phys.net/lifesafety:seminars:workplce_light

Last update: **2015/12/17 23:58**

