

# ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОСВЕЩЕНИЕ

## 1. ВИДЫ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ОСВЕЩЕНИЯ, ИХ ХАРАКТЕРИСТИКА

**Производственное освещение по типу источника света:**

***естественное*** – источником света является солнце (прямой или диффузно рассеянный свет небесного купола);

***искусственное*** – искусственные источники света;

***совмещенное*** – недостаточное естественное освещение дополняется искусственным.

**Естественное освещение** обязательно должно быть в помещениях с постоянным пребыванием людей. Может отсутствовать в помещениях с кратковременным пребыванием людей, и где наличие света недопустимо по технологическим условиям работы (например, при хранении светочувствительных химикатов и изделий).

### ***Достоинства ЕО:***

- благоприятный спектральный состав (наличие у/ф лучей);
- при отражении от стен и потолка, возникает диффузное рассеяние, что способствует улучшению зрительных условий работы.

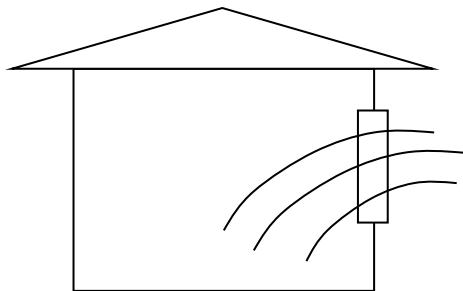
## ***Недостатки ЕО:***

- освещенность сильно изменяется в течение суток;
- длительность светового дня зависит от времени года;
- освещенность меняется при изменении погодных условий;
- возможно тенеобразование или ослепление при ярком свете.

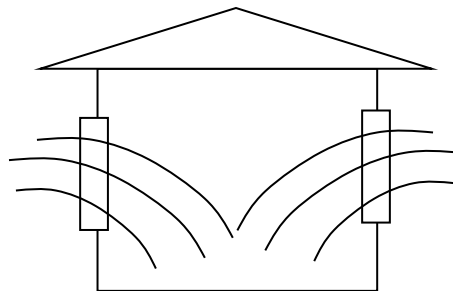
### ***- ЕО по конструктивному исполнению:***

- боковое, осуществляемое через оконные проемы (одно- или двустороннее);
- верхнее, когда свет проникает в помещение через аэрационные фонари, проемы в перекрытиях;
- комбинированное, когда к верхнему освещению

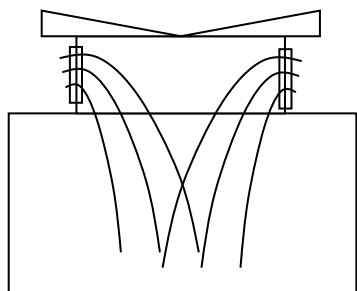
# Виды ЕО по конструктивному исполнению



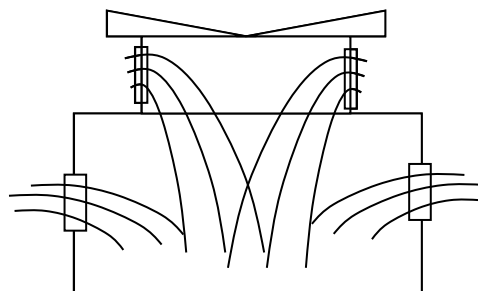
а)



б)



в)



г)

а) боковое одностороннее;

б) боковое двустороннее;

в) верхнее;

г) комбинированное.

**ИО** позволяет устранить перечисленные выше недостатки естественного освещения и обеспечить оптимальный световой режим.

***ИО по конструктивному исполнению:***

- общее (светильники размещаются в верхней зоне помещения)

Равномерное

расположению  
мест)

Локализованное

(применительно к  
оборудования или рабочих

- комбинированное (к общему добавляется местное, концентрирующее световой поток непосредственно на рабочих местах).

**Одно местное освещение применять нельзя!**

## ***Виды ИО:***

- рабочее;
- Аварийное (освещение безопасности и эвакуационное);
- охранное;
- дежурное.

***Рабочее освещение*** является обязательным для всех помещений, зданий, а также участков открытых пространств. Оно служит для обеспечения нормальных условий работы, прохода людей, проезда транспорта.

*Освещение безопасности* предусматривают в тех случаях, когда отключение рабочего освещения и связанное с этим нарушение обслуживания оборудования и механизмов может вызвать:

- взрыв, пожар, отравление людей;
- длительное нарушение технологического процесса;
- нарушение работы таких объектов, как электрические станции, узлы радио- и телевизионных передач и связи, диспетчерские пункты, насосные установки водоснабжения, канализации и теплофикации, установки вентиляции и кондиционирования воздуха для производственных помещений, в которых недопустимо прекращение работ и т.п.;
- нарушение режима детских учреждений независимо от числа находящихся в них детей.

*Эвакуационное освещение* в помещениях или местах проведения работ вне зданий следует предусматривать:

- в местах опасных для прохода людей;
- в проходах и на лестницах, служащих для эвакуации людей (если число эвакуируемых более 50 человек);
- по основным проходам производственных помещений, в которых работают более 50 человек;
- на лестничных клетках жилых зданий высотой 6 этажей и более;
- в производственных помещениях без естественного света и т.п.



**Охранное освещение** (при отсутствии специальных технических средств охраны) предусматривается вдоль границ территорий, охраняемых в ночное время.

**Дежурное освещение** предусматривается для освещения помещений в нерабочее время. При необходимости часть светильников рабочего или аварийного освещения может использоваться для дежурного освещения.

## **Специальные виды ИО**

- 1. Бактерицидное** – для обеззараживания воздуха, питьевой воды, продуктов питания. Наибольшей бактерицидной эффективностью обладает у/ф излучение с длиной волны 254-257 нм, создаваемое специальными лампами (спец.увиолевое стекло, пропускающее у/ф).
- 2. Эритемное** – излучение оказывает положительное биологическое действие на обмен веществ, дыхательные процессы, активизирует кровообращение. Применяется при отсутствии или недостатке ЕО (у/ф с большей длиной волны).

# Требования к производственному освещению

1. Уровень освещения на рабочем месте должен соответствовать характеру выполняемой зрительной работы.
2. Равномерность распределения яркости на рабочей поверхности и в пределах окружающего пространства.
3. Отсутствие резких теней на рабочей поверхности.
4. В поле зрения должна отсутствовать прямая и отраженная блескость.
5. Величина освещенности должна быть постоянной во времени.
6. Направленность светового потока на рабочую поверхность должно быть оптимальной.
7. Осветительная установка должна быть безвредной и безопасной в процессе эксплуатации.

# Количественные показатели систем производственного освещения

**1. Световой поток  $\Phi$  [люмен] - мощность световой (лучистой) энергии, оцениваемой по зрительному восприятию.**

**Люмен [лм]**

**2. Сила света -  $J$  [кандела кд] - пространственная плотность светового потока в заданном направлении, т.е. световой поток, отнесенный к телесному углу, в который он излучается**

$$J = \frac{\Phi}{\omega}$$

**3. Освещенность  $E$ , [люкс, лк] - плотность светового потока на освещаемой поверхности**

$$E = \frac{\Phi}{S} \quad \left[ \frac{\text{лм}}{\text{м}^2} \right]$$

**4. Яркость  $L$ , [кд/м<sup>2</sup>] - поверхностная плотность силы света в данном направлении.**

$$L = \frac{J}{S \cdot \cos \alpha} \quad \left[ \frac{\text{кд}}{\text{м}^2} \right]$$

**5. Коэффициент отражения  $\rho$  - способность поверхности отражать падающий на нее световой поток**

$$\rho = \frac{\Phi_{\text{отр}}}{\Phi_{\text{пад}}}$$

# Качественные показатели систем производственного освещения

**1. Фон** — поверхность, прилегающая непосредственно к объекту различения, на которой он рассматривается.

Фон считается:

светлым — при коэффициенте отражения поверхности более 0,4;

темным — менее 0,2, средним от 0,2 до 0,4

## 2. Контраст объекта различения с фоном $K$

определяется отношением абсолютной величины разности между яркостью объекта и фона к яркости фона.

$$K = \frac{L_{\phi} - L_o}{L_{\phi}}$$

- малым — при  $K$  менее 0,2 (объект и фон мало отличаются по яркости).
- Контраст объекта различения с фоном считается: большим — при  $K$  более 0,5 (объект и фон резко отличаются по яркости);

**3. Показатель ослепленности  $P$  — критерий оценки слепящего действия осветительной установки, определяемый выражением**

$$P = (S - 1) 1000,$$

где  $S$  — коэффициент ослепленности, равный отношению пороговых разностей яркости при наличии и отсутствии слепящих источников в поле зрения.

$$S = V_1 / V_2$$



**4. Коэффициент пульсации освещенности  $K_n$ , % — критерий оценки относительной глубины колебаний освещенности в результате изменения во времени светового потока газоразрядных ламп при питании их переменным током, выражающийся формулой**

$$K_n = \frac{E_{\max} - E_{\min}}{2 \cdot E_{\text{ср}}} \cdot 100\%$$

где  $E_{\text{макс}}$  и  $E_{\text{мин}}$  — соответственно максимальное и минимальное значения освещенности за период ее колебания, лк;  
 $E_{\text{ср}}$  — среднее значение освещенности за этот же период, лк.

# **Нормирование параметров производственного освещения**

1. Приказ Минстроя России от 07.11.2016 N 777/пр (ред. от 10.02.2017) "Об утверждении СП 52.13330 «СНиП 23-05-95\* Естественное и искусственное освещение».

Нормируемым параметром естественного освещения является *коэффициент естественной освещенности* (КЕО).

$$e = \frac{E_{\text{вн}}}{E_{\text{нар}}} \cdot 100\%$$

где  $E_{\text{вн}}$  — значение естественной освещенности внутри помещения, лк;  $E_{\text{нар}}$  — значение естественной освещенности вне помещения, лк.

# Параметрами искусственного освещения являются:

- освещенность рабочей поверхности  $E$ , лк;
- показатель ослепленности  $P$ , (отн. ед.);
- коэффициент пульсации освещенности  $K_{\text{п}}$ , %.

# Источники искусственного освещения

*Источник искусственного света* - устройство, предназначенное для превращения какого-либо вида энергии в оптическое излучение.

## *Виды электрических источников света*



Лампы  
накаливания

Газоразрядные  
лампы

Светодиодные  
лампы

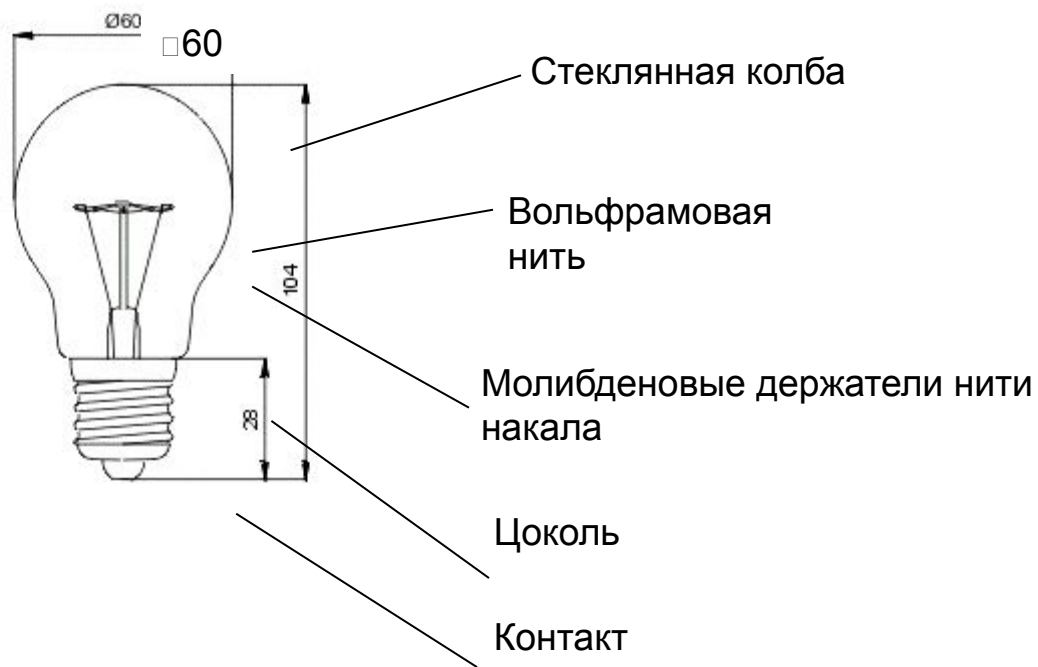
Принцип действия *ламп накаливания* основан на способности раскаленной нити из тугоплавкого металла (вольфрама) в инертном газе или вакууме излучать видимый свет. Инертный газ препятствует испарению вольфрама и уменьшает потемнение колбы.

### **Достоинства:**

- относительно низкая стоимость;
- простота в изготовлении;
- удобство и надежность в обслуживании (можно непосредственно включать в сеть с напряжением, равным рабочему напряжению лампы; компактны, практически не зависят от условий окружающей среды, имеют незначительный период разгорания, световой поток к концу срока службы снижается незначительно).

## **Недостатки ламп накаливания:**

- низкая экономичность (КПД 3...5 %);
- низкая световая отдача (7...20 лм/Вт);
- однородный спектральный состав света (преобладание желтой и красной частей спектра при недостатке синей и фиолетовой по сравнению с естественным светом);
- нерациональное распределение светового потока для большинства ламп, что требует применения осветительной арматуры (светильников);
- малый срок службы (от 1 000 до 3 000 ч).



## Галогенные лампы накаливания



*В газоразрядных источниках света* излучение оптического диапазона возникает в результате газового разряда в атмосфере инертных газов, паров металлов и их смесей.

### **Преимущества газоразрядных ламп:**

- более высокая световая отдача (до 40 лм/Вт) и более высокий КПД (до 7 %);
- большой срок службы (10–12 тыс. ч), а у ламп высокого давления до 15 тыс. ч;
- относительно низкая яркость, что не вызывает ослепления;
- спектр излучения может регулироваться за счет использования различных люминофоров и может быть приближен к спектру естественного света.

## **Недостатки:**

- не могут непосредственно присоединяться к электрической сети, в схему их подключения обязательно входит пускорегулирующий аппарат (ПРА);
- ПРА имеет в своем составе балластное сопротивление в виде дросселя и является источником шума;
- для зажигания требуется некоторое время (от 5 с до 3...10 мин);
- световой поток лампы к концу срока службы существенно снижается и пульсирует;
- для некоторых видов газоразрядных ламп (люминесцентных) существуют ограничения по температуре окружающей среды (при температурах, близких к 0 °С, они зажигаются ненадежно);
- поскольку в газоразрядных лампах содержится ртуть (вещество 1-го класса опасности), то после окончания срока службы необходима их специальная утилизация (переработка или захоронение);
- газоразрядные лампы в сети переменного тока загораются и гаснут 100 раз в секунду. Если не принять специальных мер, то это может, во-первых, вызывать дополнительное зрительное утомление и, во-вторых, привести к очень опасному явлению – стробоскопическому эффекту (вращающиеся предметы могут казаться неподвижными либо вращающимися в обратную сторону). Для устранения этого явления приходится применять специальные схемы включения ламп и принимать меры, предотвращающие стробоскопический эффект.

*Люминесцентная лампа* (газоразряд. лампа низкого давления) представляет собой запаянную с двух сторон стеклянную трубку, на внутреннюю поверхность которой нанесен слой люминофора – вещества, светящегося под действием ультрафиолетовых лучей. В торцы трубки впаяны два электрода. Воздух из трубки удален, и вместо него введены небольшое количество аргона и капля ртути, которая при работе лампы превращается в пар (аргон облегчает создание электрического разряда). Приложенное к электродам лампы переменное напряжение вызывает электрический разряд между электродами люминесцентной лампы и прохождение тока в парах ртути и аргона, наполняющих трубку.

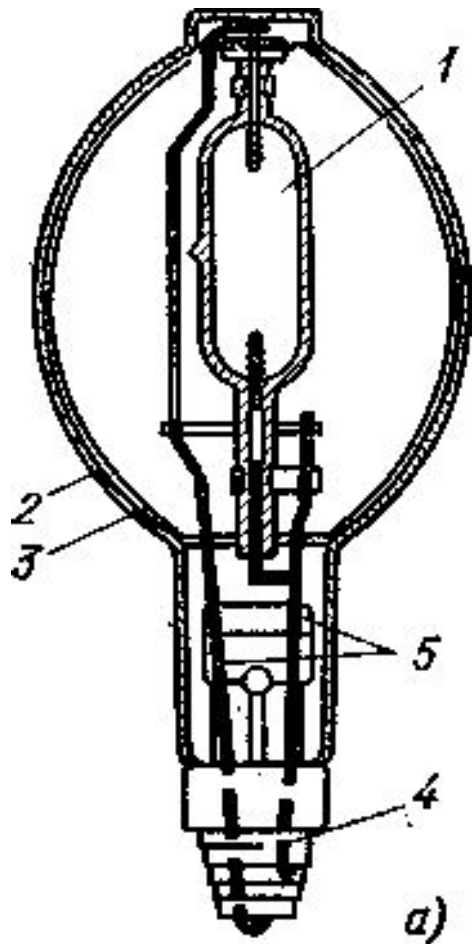
Применяют для освещения внутри отапливаемых помещений, более предпочтительны, чем лампы накаливания.

**Лампы пяти основных типов:** лампы дневного света – ЛД; белого света – ЛБ; холодно-белого света – ЛХБ; тепло-белого света – ЛТБ; дневного света с улучшенной цветопередачей – ЛДЦ, а также ЛХБЦ и ЛТБЦ, из которых последние преимущественно предназначены для жилых помещений.

**Компактные люминесцентные лампы (КЛЛ) (энергосберегающие).** По принципу своего действия практически не отличаются от обычных люминесцентных. Имеют улучшенные технико-экономические характеристики.



*Газоразрядные лампы высокого давления (дуговые ртутные лампы высокого давления) (ДРЛ).* В отличие от люминесцентных ламп, где давление паров ртути составляет доли миллиметров ртутного столба, в ртутных лампах ДРЛ используется газовый разряд в парах ртути при давлениях, намного превышающих атмосферное. Применяются в условиях, где требуется высокая световая отдача при компактности источника света и стойкости к условиям внешней среды. Имеют большую световую отдачу и срок службы. Используются для освещения больших цехов, улиц, площадей и т.п.



- 1 – ртутная кварцевая трубка;
- 2 – внешняя колба;
- 3 – люминофор;
- 4 – резьбовой цоколь;
- 5 – рабочие электроды.

**Дуговая ртутная люминесцентная лампа типа ДРЛ  
с исправленной цветностью**

**Сравнительно недавно, в качестве источника света стали применяются мощные высокоэффективные светодиоды белого цвета со световой отдачей 40-50 лм/Вт и сроком службы до 100 000 часов. Появление таких источников – это результат последних достижений в области физики полупроводников и оптоэлектроники, что позволило создать приборы освещения, превосходящие по экономичности светильники с использованием высокоэффективных газоразрядных ламп.**

Представляют собой энергосберегающие светотехнические изделия на основе светодиодов повышенной яркости.

## Основные преимущества:

1. Не имеют нитей накаливания, которые могут перегореть.
2. Не содержат ртути и других, вредных для здоровья веществ.
3. Безотказно работают при температуре от  $-60^{\circ}$  до  $+60^{\circ}\text{C}$ .
4. Не чувствительны к любым изменениям в электросетях.
5. Небольшой размер ламп.
6. Долговечность (до 100 000 часов) и низкое энергопотребление (не более 10% от потребления при использовании ламп накаливания).
7. Имеют высокий ресурс прочности (ударная и вибрационная устойчивость).
8. Чистота и разнообразие цветов.
9. Направленность излучения,
0. Регулируемая интенсивность,
1. Низкое рабочее напряжение.

## Недостатки светодиодных ламп

1. Более высокая стоимость по сравнению с другими источниками освещения.
2. Большое значение имеет правильное подключение этих ламп к сети. При питании выпрямленным напряжением они могут давать высокий коэффициент пульсации светового потока.



# Светодиодные лампы



# Светильники

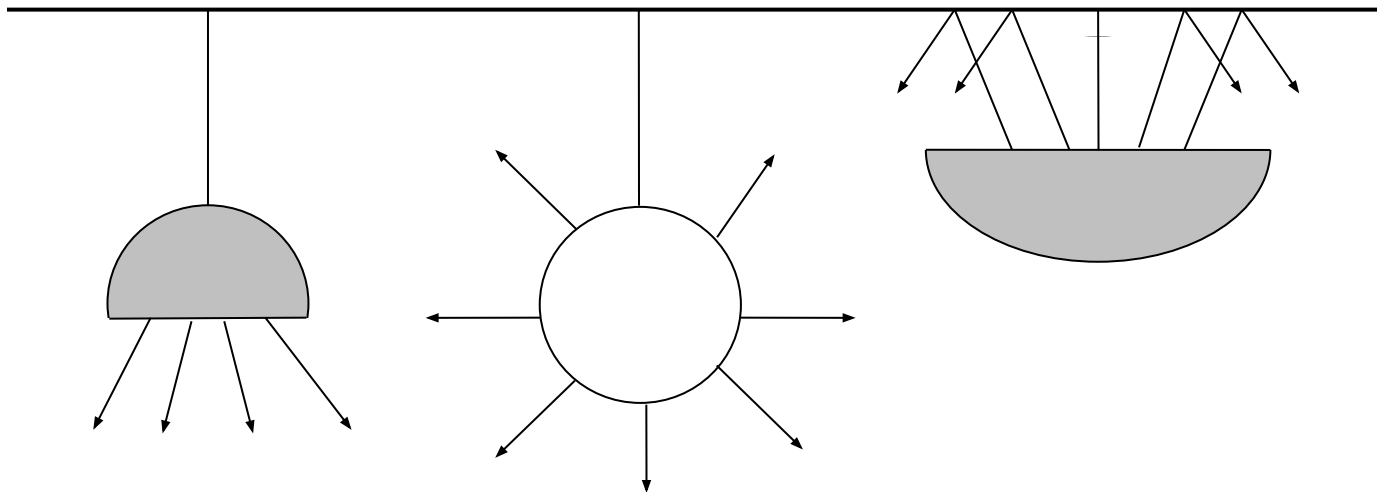
Светильник состоит из источника света и арматуры, которая выполняет ряд функций:

- обеспечивает перераспределение светового потока в пространстве;
- предохраняет глаза работающих от чрезмерной яркости источника света;
- предохраняет источник света от загрязнения и механического повреждения.

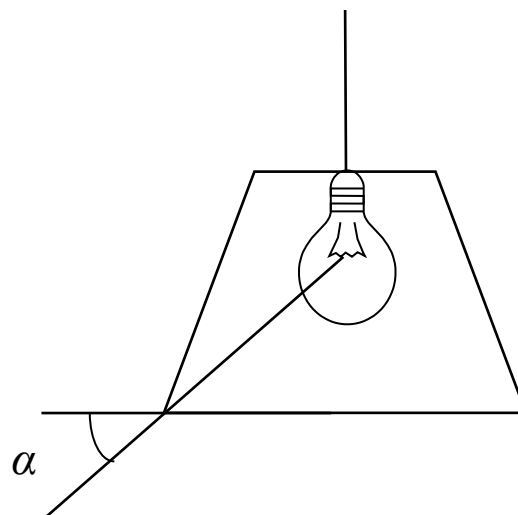
Светильники характеризуются распределением светового потока в пространстве, защитным углом и КПД.

Распределение светового потока в пространстве определяется конструкцией светильника. В зависимости от доли светового потока, приходящегося на нижнюю полусферу, светильники подразделяются на пять классов:

- прямого света (П), если эта доля более 80 %;
- преимущественно прямого (ПП), если эта доля 60...80 %;
- рассеянного (Р), если эта доля 40...60 %;
- преимущественно отраженного (ПО), если эта доля 20...40 %;
- отраженного (О), если эта доля менее 20 %.



Степень защиты глаз работающих светильником от чрезмерной яркости источника света характеризует *защитный угол светильника  $\alpha$* .



КПД светильника – это отношение фактического светового потока светильника к световому потоку источника.

Светильники классифицируются также по степени защиты от пыли, воды, взрыва, по способу установки, электроизоляции.



Пылевлагозащищенный  
светильник