

# Производственное освещение

1. ОСНОВНЫЕ  
СВЕТОТЕХНИЧЕСКИЕ  
ХАРАКТЕРИСТИКИ
2. ВИДЫ ОСВЕЩЕНИЯ
3. НОРМИРОВАНИЕ
4. ИСТОЧНИКИ СВЕТА И  
СВЕТИЛЬНИКИ

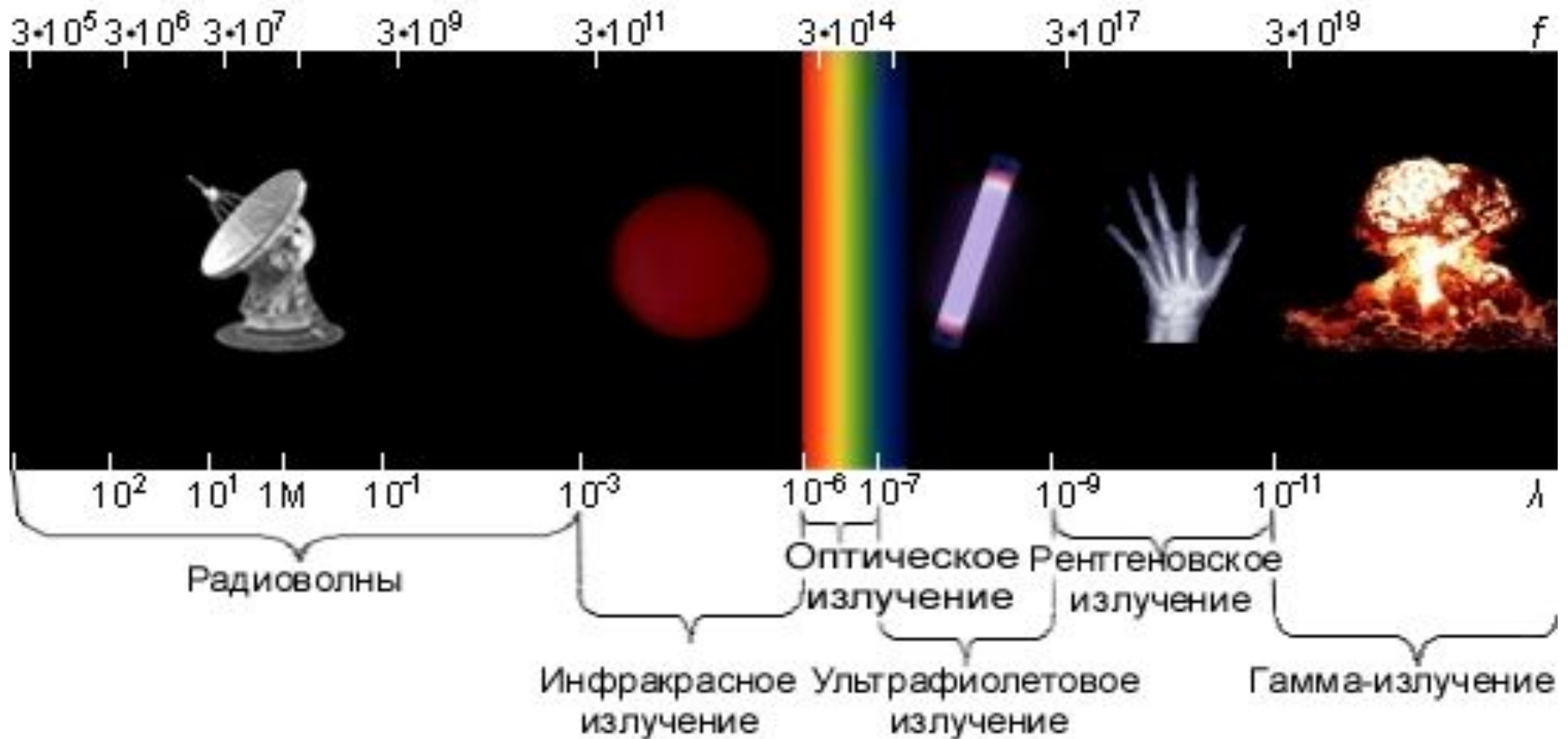


# Световое излучение

590-560 нм

780 – 380 нм

560-500 нм



# Основные показатели

**количественные показатели: световой поток, сила света, освещенность, яркость**

• **Световой поток  $\Phi$**  – это часть лучистого потока, воспринимаемая органами зрения человека как свет; характеризует мощность светового излучения.

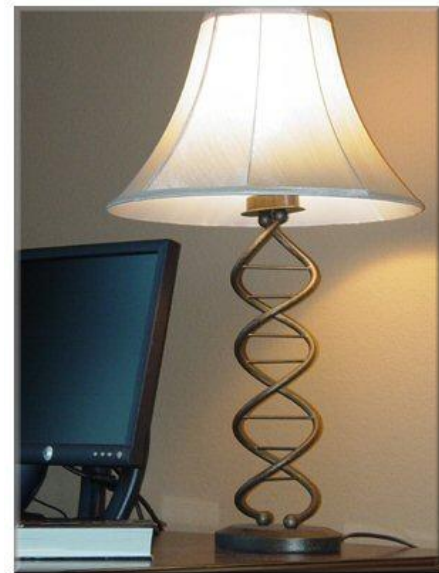
□ люмен (лм)

|                                    |      |
|------------------------------------|------|
| • карманный фонарик<br>лм,         | 6–10 |
| • лампа накаливания Б-100 Вт<br>лм | 1350 |

**Сила света  $I$**  – пространственная плотность светового потока; определяется как отношение светового потока  $\Phi$  к телесному углу  $\Omega$ , в пределах которого равномерно распределен этот поток:

$$I = \Phi / \Omega.$$

□ кандела (кд)



**Освещенность  $E$  – поверхностная плотность  
светового потока:**

$$E = \Phi/S.$$

□ **ЛЮКС (лк).**



**освещенность поверхности  
земли**

в ясный летний день 80–90 тыс.  
лк,  
в пасмурный – 5 тыс. лк;

**освещенность поверхности  
снега**

в безлунную ночь – 0,0003 лк,  
полнолуние – 0,2 лк,  
солнечный полдень –  $10^5$  лк.

**Яркость поверхности  $L$**  – светотехническая величина, непосредственно воспринимаемая глазом, определяется выражением

$$L = I / S \cos \alpha,$$

где  $S$  – светящаяся поверхность,  $\alpha$  – угол между нормалью к поверхности и направлением  $I$  к сетчатке глаза.

$[\text{кд}/\text{м}^2]$

### **Яркость некоторых поверхностей:**

снег в безлунную ночь – 0,0005;

в полнолуние – 5;

освещенный прямым солнечным светом – 30000;

ночное безлунное небо – 0,0001;

белая бумага при освещенности 30-50 лк – 10-15,

освещенная прямым солнечным светом – 22000;

луна (полный диск) – 2500;

пламя свечи – 5000;

люминесцентная лампа – 7000



**Коэффициент отражения  $\rho$**  характеризует способность поверхности отражать падающий на нее световой поток:

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

$\Phi_{\text{отр}}$ ,  $\Phi_{\text{пад}}$  отраженный от поверхности и падающий на поверхность световой поток.

**Фон** – поверхность, на которой происходит различение объекта.

**Объект различения** - минимальный элемент рассматриваемого предмета, который необходимо выделить для зрительной работы.

|                    |              |
|--------------------|--------------|
| $\rho > 0,4$       | фон светлый, |
| $\rho = 0,2 - 0,4$ | фон средний, |
| $\rho < 0,2$       | фон темный.  |

**Контраст объекта с фоном  $K$ :  $K = (L_{\text{ф}} - L_0)/L_{\text{ф}}$ .**

Контраст большой при  $K > 0,5$ ;  
средний при  $K = 0,2 - 0,5$ ;  
малый при  $K < 0,2$ .

**Коэффициент пульсации освещенности  $K_E$**  – показатель относительной глубины колебаний освещенности во времени в результате изменения светового потока:

$$K_E = 100 (E_{\text{max}} - E_{\text{min}})/(2E_{\text{ср}}),$$

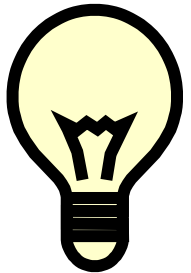
$E_{\text{max}}$ ,  $E_{\text{min}}$ ,  $E_{\text{ср}}$  – максимальное, минимальное и среднее значения освещенности за период колебаний.

Газоразрядные лампы  $K_E = 25-65$  %,  
лампы накаливания  $K_E = 7$  %,  
галогенные лампы накаливания  $K_E = 1$  %.



# Виды производственного освещения

- 1. естественное,**
- 2. искусственное,**
- 3. совмещенное.**



# Естественное освещение

достоинства

Благоприятный  
для глаз человека  
спектральный  
состав

Не требует затрат  
энергии

недостатки

Неравномерная  
освещенность во  
времени и  
пространстве

# Искусственное освещение

```
graph TD; A[Искусственное освещение] --> B[Общее]; A --> C[Комбинированное]; B --> D[общее равномерное]; B --> E[общее локализованное]; C --> F[Сочетание общего и местного освещения];
```

## Общее

для освещения всего  
производственного  
помещения

общее

общее

равномерное локализованное

## Комбинированное

Сочетание  
общего и местного освещения

# Виды искусственного освещения по функциональному назначению

- **рабочее, Ен, лк**
  - **Рабочее освещение** предусмотрено для всех помещений зданий, а также участков открытых пространств, предназначенных для работы, прохода людей и движения транспорта.
- **аварийное,**
- **охранное,**
- **дежурное**



# Виды искусственного освещения по функциональному назначению

- **Аварийное освещение** разделяется на освещение безопасности и эвакуационное.
- **Освещение безопасности** предусматривается в случаях если отключение рабочего освещения и связанное с этим нарушение обслуживания оборудования и механизмов может вызвать взрыв, пожар, отравление людей, длительное нарушение технологического процесса и т.д.
- **$E_{min} = 5\%E_n$      $\geq 2$  лк внутри зданий,  
 $\geq 1$  лк для территорий**

# Виды искусственного освещения по функциональному назначению

- **Эвакуационное освещение** предусмотрено в местах, опасных для прохода людей, в проходах и на лестницах, служащих для эвакуации людей и т.д.
- **$E_{min} = 0,5$  лк в помещениях ,  $E_{min} = 0,2$  лк на открытых территориях (на уровне пола).**



# Виды искусственного освещения по функциональному назначению

- **Охранное освещение** предусматривается вдоль границ территорий, охраняемых в ночное время.
- **$E_{min} = 0,5$  лк в ночное время на уровне земли.**
- **Дежурное освещение** - это освещение в нерабочее время, не нормируется.



# Основные требования к системам производственного освещения

- соответствие уровня освещенности рабочих мест характеру выполняемой зрительной работы;
- равномерное распределение яркости на рабочих поверхностях и в окружающем пространстве;
- отсутствие резких теней, прямой и отраженной блескости (повышенной яркости светящихся поверхностей, вызывающей ослепленность);
- постоянство освещенности во времени;
- оптимальная направленность излучаемого осветительными приборами светового потока;
- долговечность, экономичность, электро- и пожаробезопасность, эстетичность, удобство и простота в эксплуатации.



# Нормирование освещенности

- СНиП 23-05-95 “Естественное и искусственное освещение”
- Производится в зависимости от
  - характера зрительной работы (наименьший размер объекта различения),
  - системы и вида освещения,
  - фона,
  - контраста объекта с фоном.



- **Нормирование естественного освещения:**

- коэффициент естественной освещенности КЕО:

$$\text{КЕО} = (\text{Евн}/\text{Ен})100\%.$$

Евн и Ен - освещенности в заданной точке внутри помещения и снаружи одновременно измеренные (в %)

– КЕО зависит от разряда работ, конструктивного исполнения (верхнее или боковое), величина КЕО лежит в пределах 0,1 – 6 %.

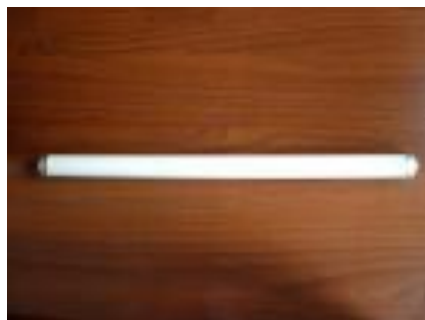
- **Нормирование искусственного освещения:**

- величина освещенности рабочей поверхности Е.

# Источники света

• Газоразрядные лампы:  
люминесцентные лампы,  
дуговые ртутные лампы и  
др.

• Лампы  
накаливания



# Лампы накаливания

## ДОСТОИНСТВА

удобство в эксплуатации

простота изготовления

низкая инерционность при включении

отсутствие дополнительных пусковых устройств

## недостатки

небольшой срок службы: до 2,5 тыс. ч

низкая световая отдача  
 $\psi = 7-20 \text{ Лм/Вт}$

преобладание излучения в желто-красной части спектра, искажение цветового восприятия

# Люминесцентные лампы

## ДОСТОИНСТВА

- повышенная световая отдача: 40-110 лм/Вт,
- большой срок службы (10-15 тыс. ч),
- благоприятный спектр излучения (близок к спектру естественного света).

## недостатки

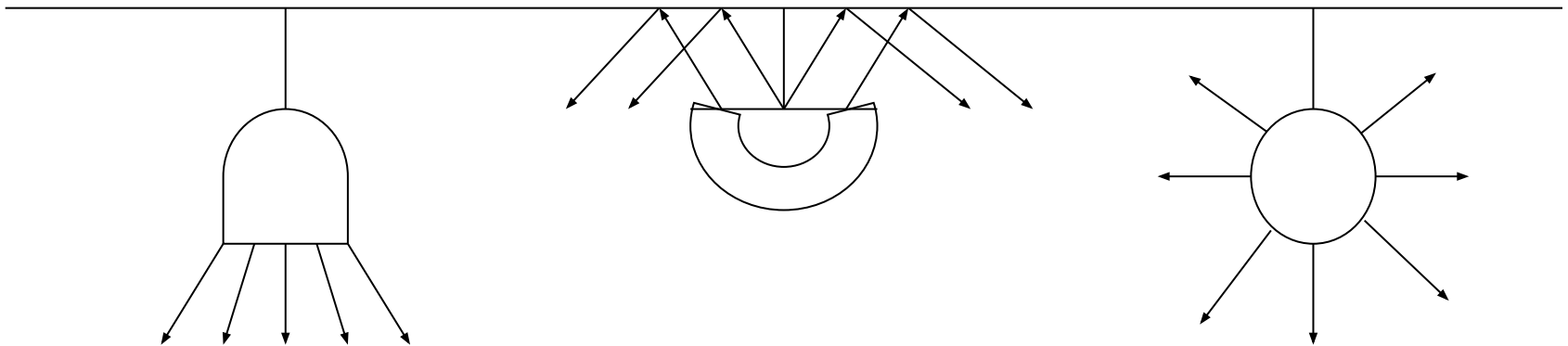
- пульсация светового потока, стробоскопический эффект - опасность производственного травматизма.
- Применение пусковых устройств – сложность изготовления и эксплуатации.

# Светильники

- **Совокупность источника света и осветительной арматуры называется светильником.**
- Назначение осветительной арматуры: перераспределение светового потока лампы, предохранение глаз рабочего от слепящего действия ярких элементов источника света, защита источника от механических повреждений и воздействия окружающей среды, эстетическое оформление помещения.
- По конструктивному исполнению: открытые, защищенные, закрытые, пылезащищенные, влагозащищенные, взрывозащищенные.



**По распределению светового потока в пространстве: светильники прямого, рассеянного, преимущественно отраженного и отраженного света.**



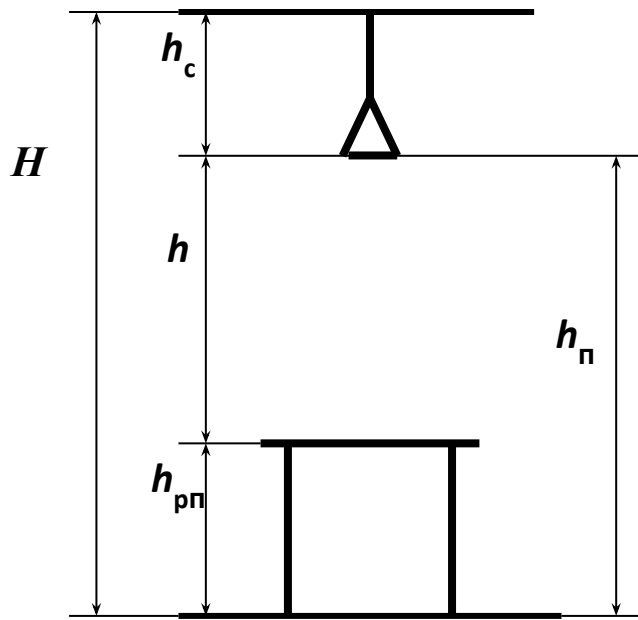
Прямой свет

Отраженный свет

Рассеянный свет

# Расчёт общего равномерного искусственного освещения методом коэффициента светового потока, учитывающего световой поток, отражённый от потолка и стен.

- выбор системы освещения (общее равномерное освещение);
- выбор источников света;
- выбор светильников и их размещение;



Размещение светильников в помещении определяется следующими параметрами, м:  $H$  – высота помещения;  $h_c$  – расстояние светильников от перекрытия (свес);  $h_n = H - h_c$  – высота светильника над полом, высота подвеса;  $h_{рп}$  – высота рабочей поверхности над полом;  $h = h_n - h_{рп}$  – расчётная высота, высота светильника над рабочей поверхностью (учесть требования ограничения наименьшей высоты светильников над полом).

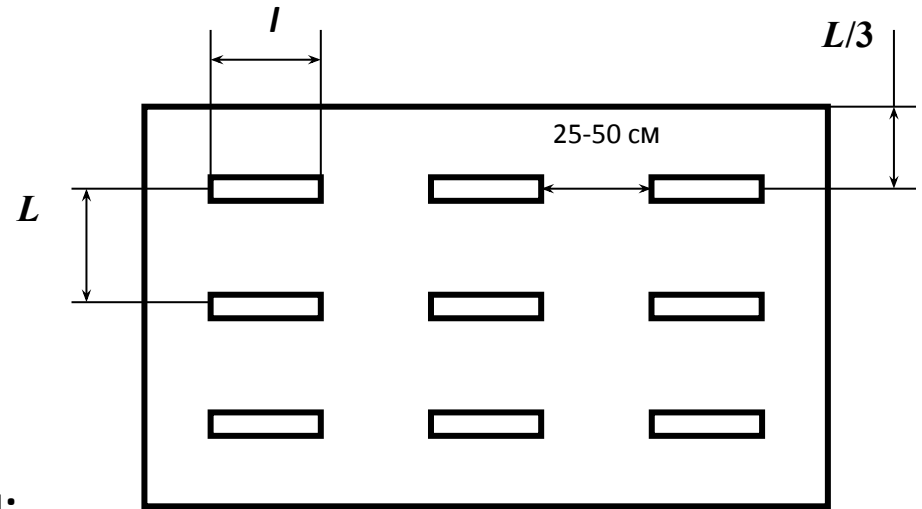
$L$  – расстояние между соседними светильниками или рядами,  $L = \lambda \cdot h$ ;

$l$  – расстояние от крайних светильников или рядов до стены,  $l = L/3$ .



Необходимо изобразить в масштабе в соответствии с исходными данными план помещения, указать на нём расположение светильников и определить их число.

- **выбор нормируемой освещённости;**
- **расчёт освещения методом светового потока.**



Световой поток лампы или группы люминесцентных ламп светильника определяется по формуле:

$$\Phi = E_n \cdot S \cdot K_z \cdot Z / n \cdot \eta,$$

$E_n$  – нормируемая минимальная освещённость, СНиП 23-05-95, лк;  $S$  – площадь освещаемого помещения,  $m^2$ ;  $K_z$  – коэффициент запаса, учитывающий загрязнение светильника (табл.);  $Z$  – коэффициент неравномерности освещения, отношение  $E_{cp}/E_{min}$ . Для люминесцентных ламп берётся равным 1,1;  $n$  – число светильников;  $\eta$  – коэффициент использования светового потока.

Рассчитав световой поток  $\Phi$ , зная тип лампы, по таблице выбирается ближайшая стандартная лампа и определяется электрическая мощность всей осветительной системы. Если необходимый поток светильника выходит за пределы диапазона (-10 ÷ +20%), то корректируется число светильников  $n$  либо высота подвеса светильников.