

Производственное освещение

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

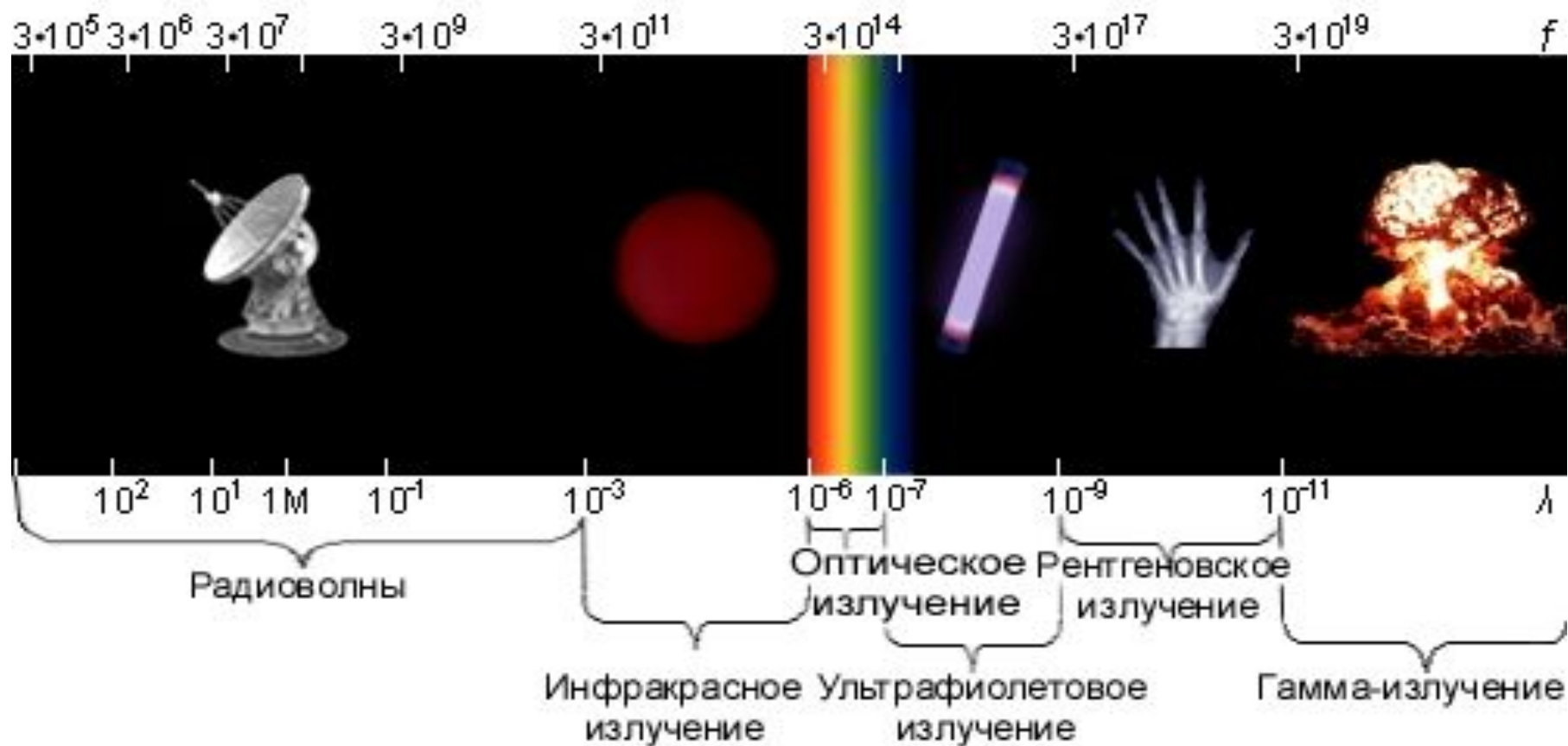


Световое излучение

590-560 нм

780 – 380 нм

560-500 нм



Основные показатели

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

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

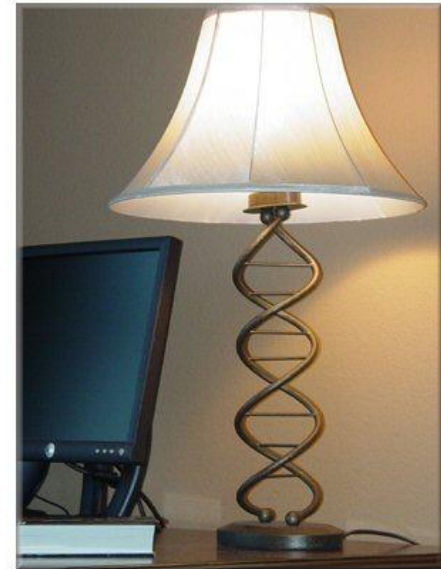
□ **люмен (лм)**

• карманный фонарик лм,	6–10
• лампа накаливания Б-100 Вт лм	1350

Сила света I – пространственная плотность светового потока; определяется как отношение светового потока Φ к телесному углу Ω , 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, α – угол между нормалью к поверхности и направлением I к сетчатке глаза.

[кд/м²]

Яркость некоторых поверхностей:

снег в безлунную ночь – 0,0005;

в полнолуние – 5;

освещенный прямым солнечным светом – 30000;

ночное безлунное небо – 0,0001;

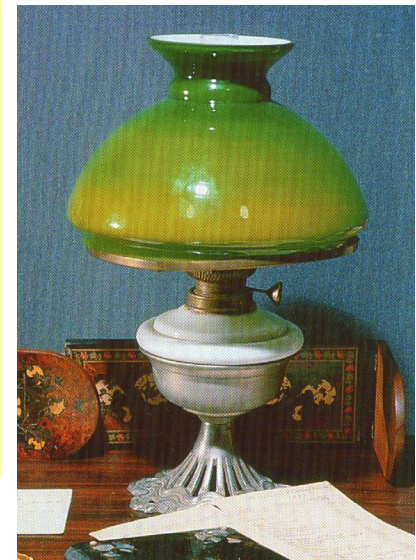
белая бумага при освещенности 30-50 лк – 10-15,

освещенная прямым солнечным светом – 22000;

луна (полный диск) – 2500;

пламя свечи – 5000;

люминесцентная лампа – 7000



Коэффициент отражения ρ 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:

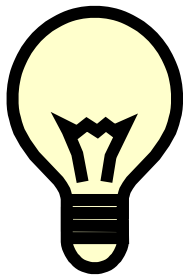
$$K_E = 100 (E_{\text{max}} - E_{\text{min}})/(2E_{\text{ср}}),$$

E_{max} , E_{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

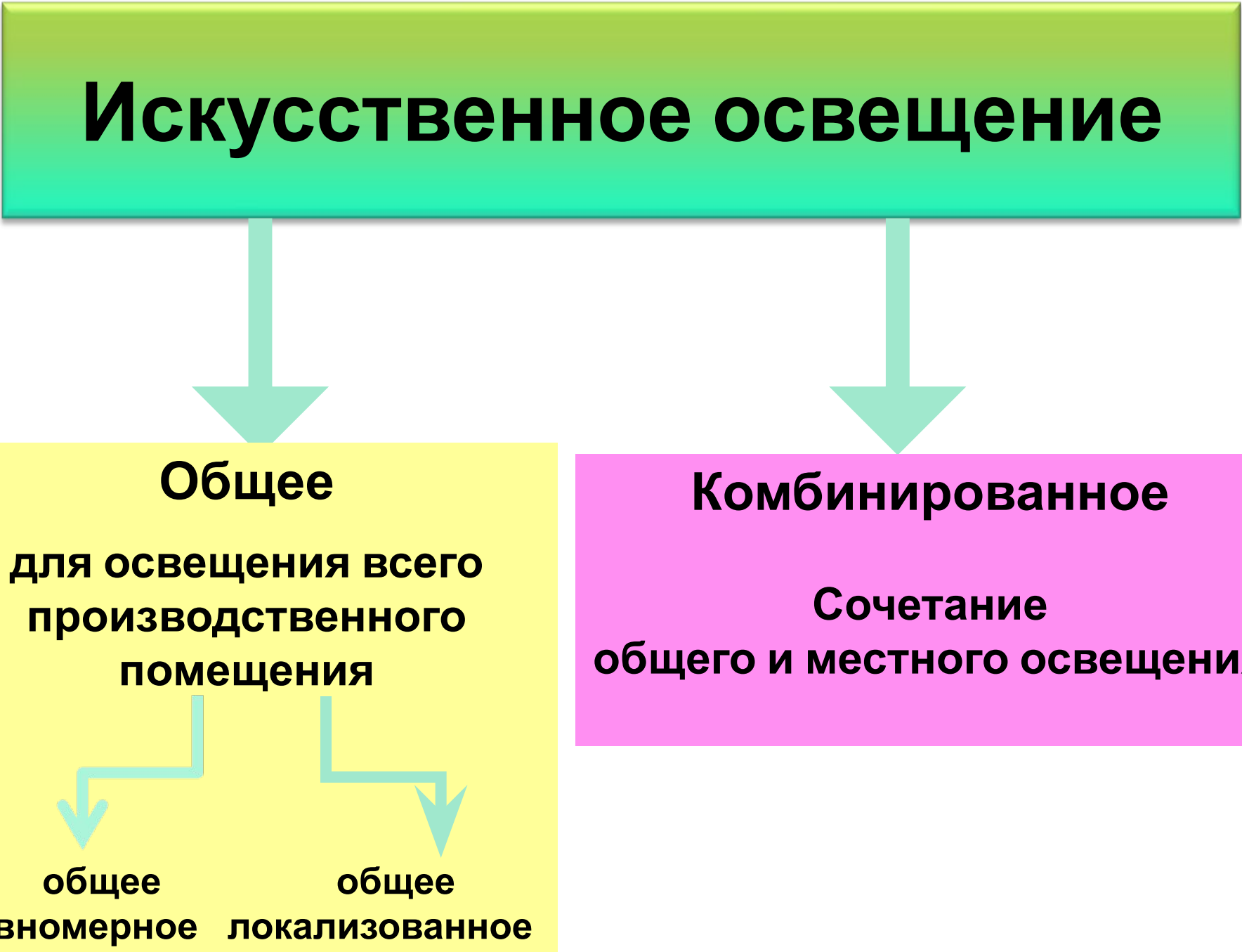
Благоприятный
для глаз человека
спектральный
состав

Не требует затрат
энергии

недостатки

Неравномерная
освещенность во
времени и
пространстве

Искусственное освещение



```
graph TD; A[Искусственное освещение] --> B[Общее<br/>для освещения всего<br/>производственного<br/>помещения]; A --> C[Комбинированное<br/>Сочетание<br/>общего и местного освещения]; B --> D[общее<br/>равномерное]; B --> E[общее<br/>локализованное];
```

Общее

для освещения всего
производственного
помещения

общее

равномерное

общее

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.
- $E_{min} = 5\% E_n \geq 2 \text{ лк}$ внутри зданий,
 $\geq 1 \text{ лк}$ 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:

$$КЕО = (E_{вн}/E_{н})100\%.$$

$E_{вн}$ и $E_{н}$ - освещенности в заданной точке внутри помещения и снаружи одновременно измеренные (в %)

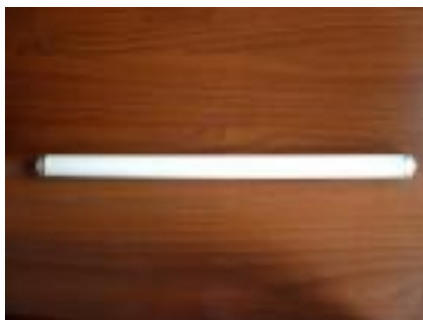
- КЕО зависит от разряда работ, конструктивного исполнения (верхнее или боковое), величина КЕО лежит в пределах 0,1 – 6 %.

- **Нормирование искусственного освещения:**

- величина освещенности рабочей поверхности E .

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

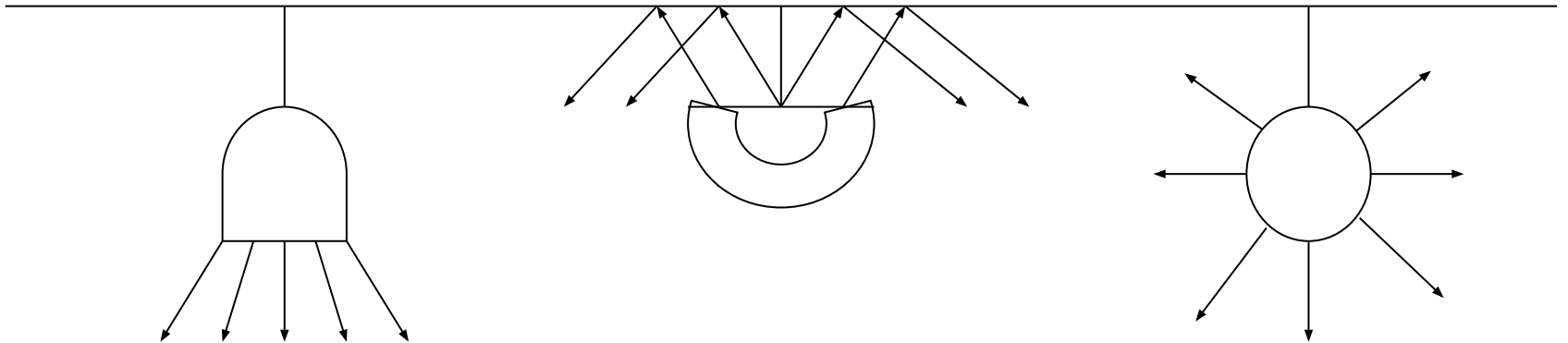
- пульсация светового потока, стробоскопический эффект - опасность производственного травматизма.
- Применение пусковых устройств – сложность изготовления и эксплуатации.

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.



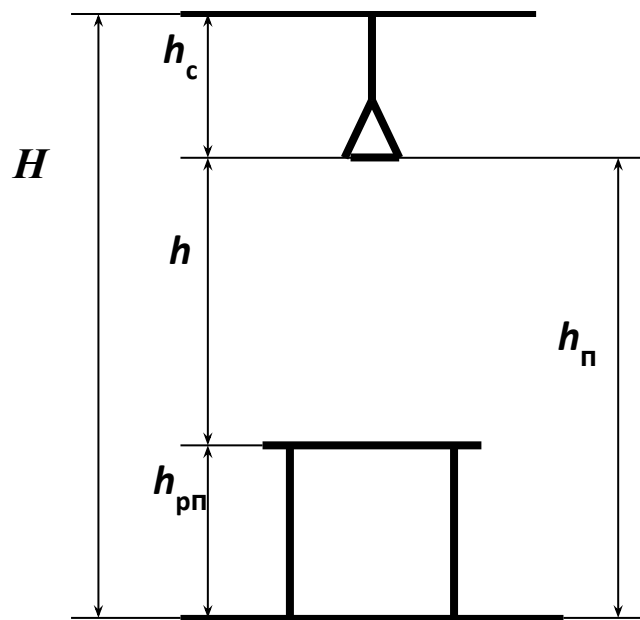
Прямой свет

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;**



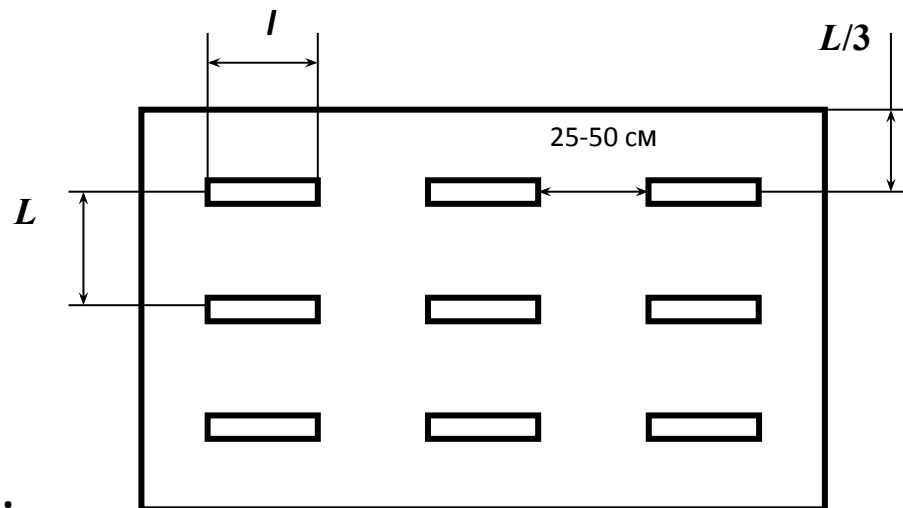
Размещение светильников в помещении определяется следующими параметрами, м: H – высота помещения; h_c – расстояние светильников от перекрытия (свес); $h_n = H - h_c$ – высота светильника над полом, высота подвеса; $h_{рп}$ – высота рабочей поверхности над полом; $h = h_n - h_{рп}$ – расчётная высота, 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; η – коэффициент использования светового потока.

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