

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
«Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения»



## Лекция 7. «Производственное освещение»

Доцент кафедры № 6. к.т.н.  
Суслин Александр Владимирович

## Вопросы:

1. Основные светотехнические характеристики
2. Виды освещения
3. Нормирование
4. Источники света и светильники

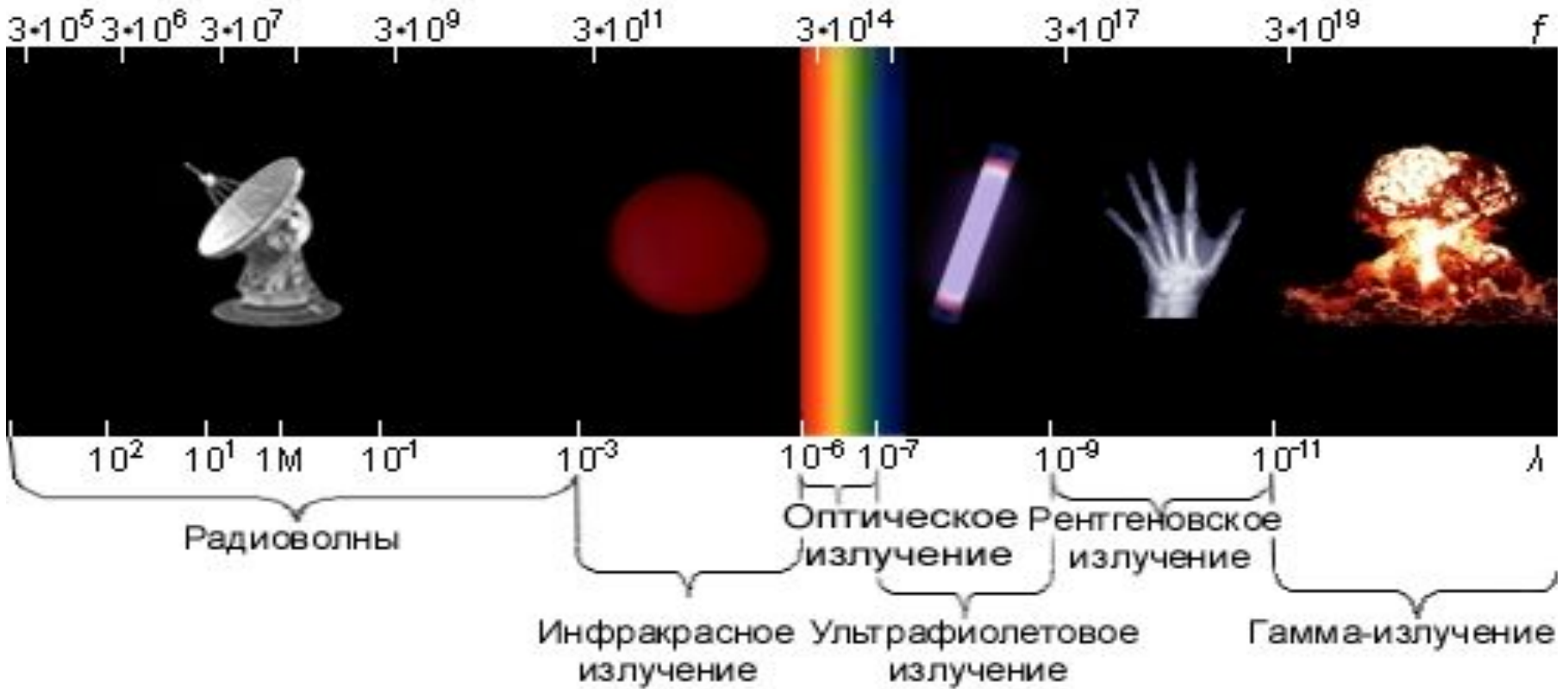


# Световое излучение

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)

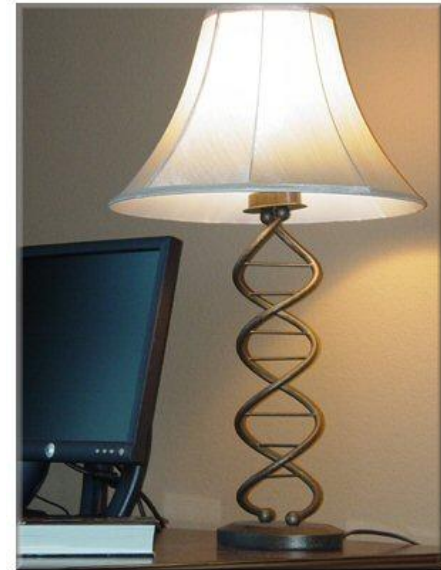
- |                              |          |
|------------------------------|----------|
| • карманный фонарик          | 6–10 лм, |
| • лампа накаливания Б-100 Вт | 1350 лм  |

***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:  
 Отношение светового потока  
 к площади  $E = \Phi/S$ .

□ 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.

лкд/м<sup>2</sup>

**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  $K$ :**  $K = (L_{\phi} - L_0)/L_{\phi}$ .

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:

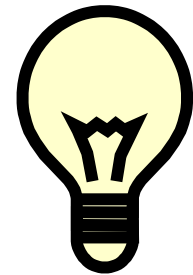
$$K_E = 100 (E_{\max} - E_{\min}) / (2E_{\text{ср}}),$$

$E_{\max}$ ,  $E_{\min}$ ,  $E_{\text{ср}}$  – 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

### 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**



- **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.

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

$$\geq 1 \text{ лк для территорий}$$

- **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).**



- **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  $\psi = 7-20$   
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

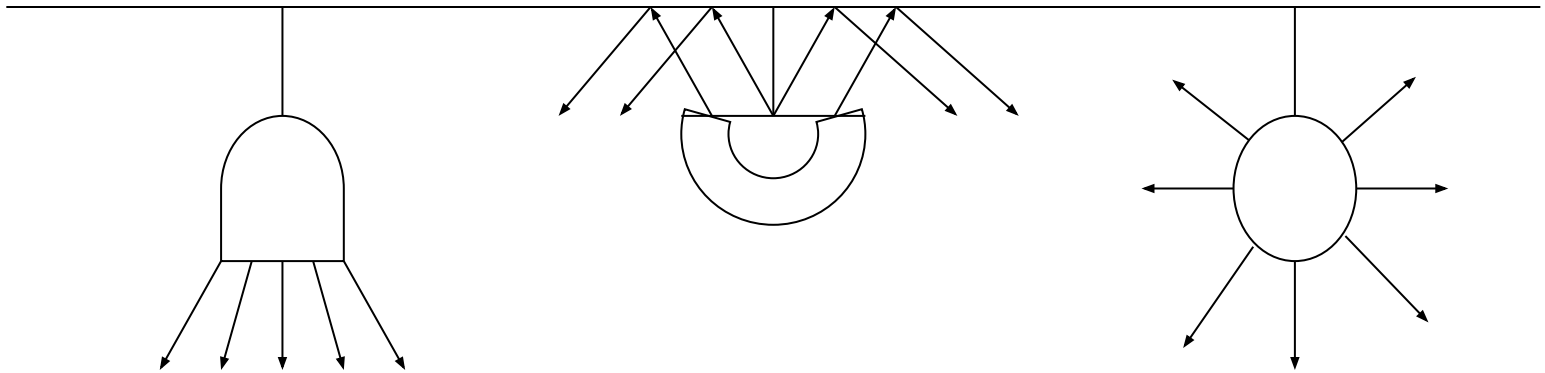
- пульсация светового потока, стробоскопический эффект - опасность производственного травматизма.
- Применение пусковых устройств – сложность изготовления и эксплуатации.

- **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

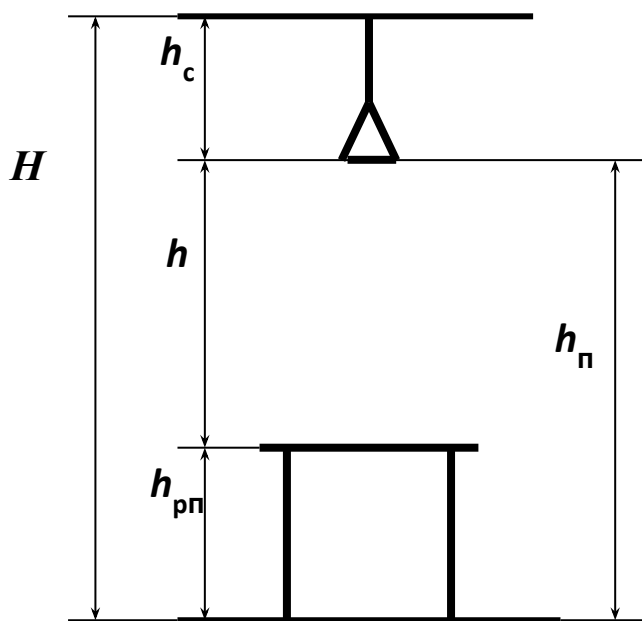
Отраженный свет

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;**



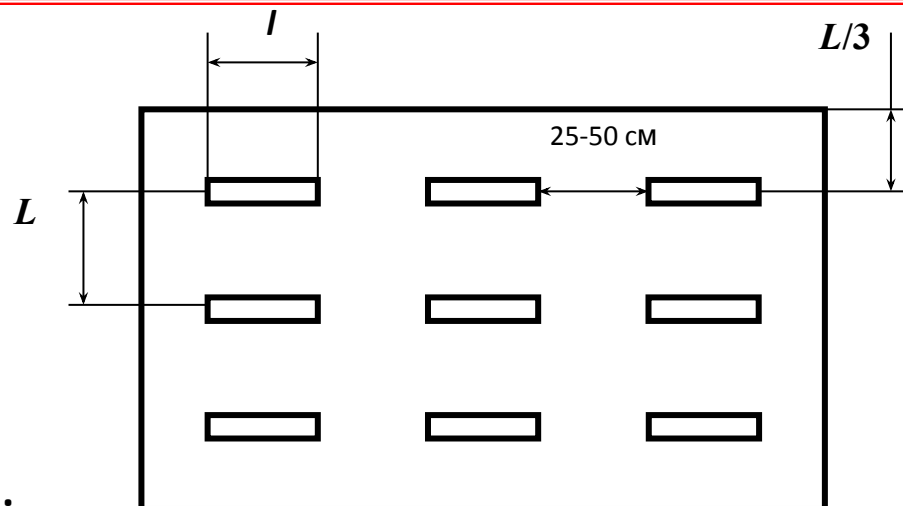
Размещение светильников в помещении определяется следующими параметрами, м:  $H$  – высота помещения;  $h_c$  – расстояние светильников от перекрытия (свес);  $h_n = H - h_c$  – высота светильника над полом, высота подвеса;  $h_{рп}$  – высота рабочей поверхности над полом;  $h = h_n - h_{рп}$  – расчётная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

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
«Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения»



**Доклад закончен**

Доцент кафедры № 6. к.т.н.  
Суслин Александр Владимирович