

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

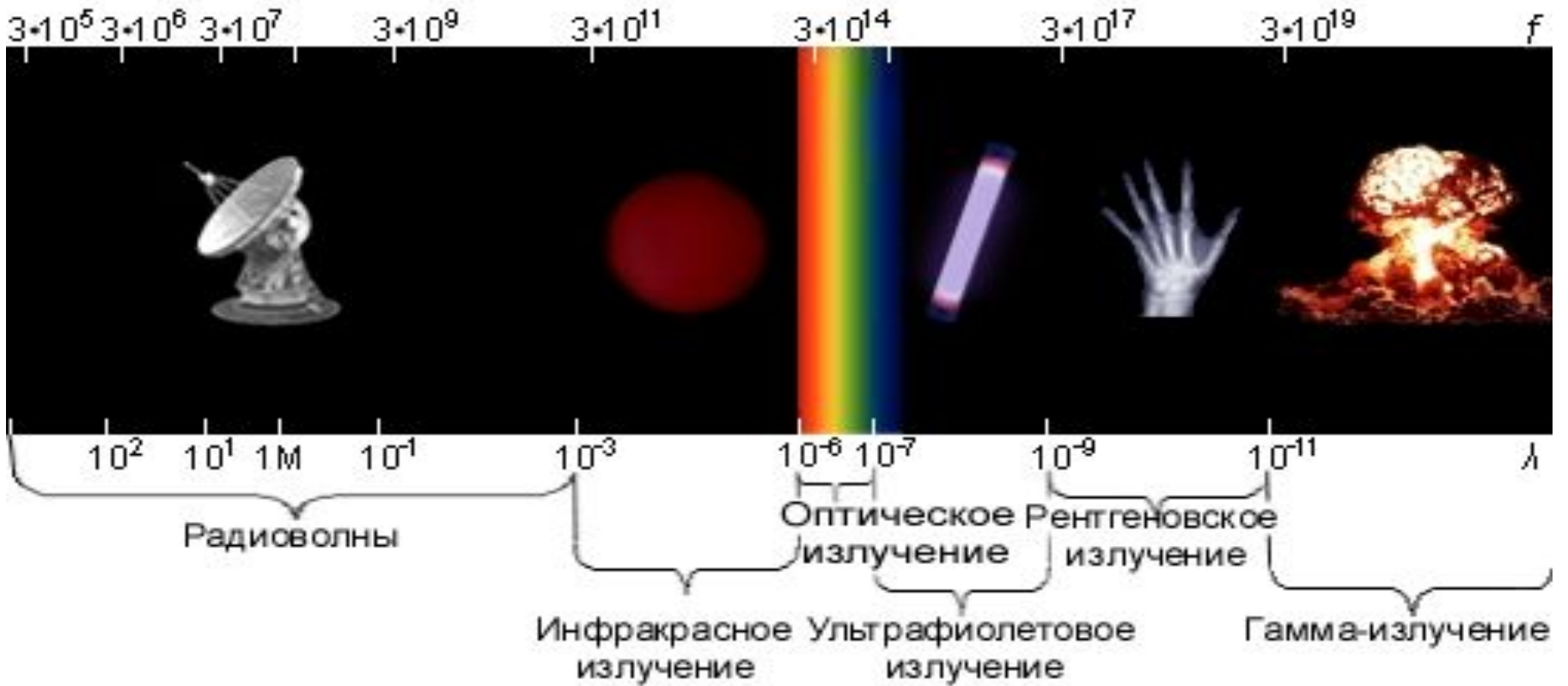


Световое излучение

590-560 нм

780 – 380 нм

560-500 нм



Основные показатели

количественные показатели:

световой поток,
сила света,
освещенность,
яркость

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

люмен (лм)

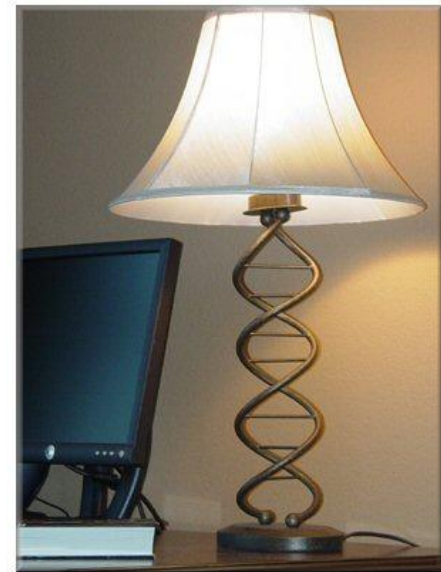
- | | |
|------------------------------|----------|
| • карманный фонарик | 6–10 лм, |
| • лампа накаливания Б-100 Вт | 1350 лм |

Сила света I – пространственная плотность светового потока;

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

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

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:

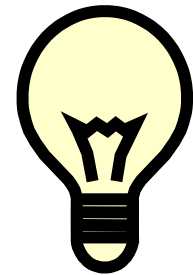
$$K_E = 100 (E_{\max} - E_{\min}) / (2E_{\text{ср}}),$$

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

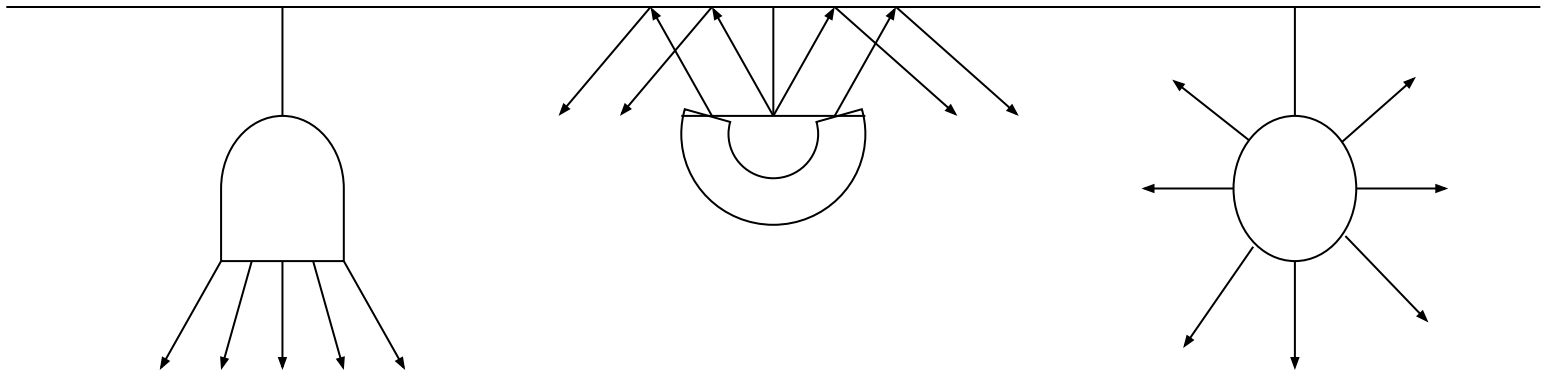
- пульсация светового потока, стробоскопический эффект - опасность производственного травматизма.
- Применение пусковых устройств – сложность изготовления и эксплуатации.

- **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.



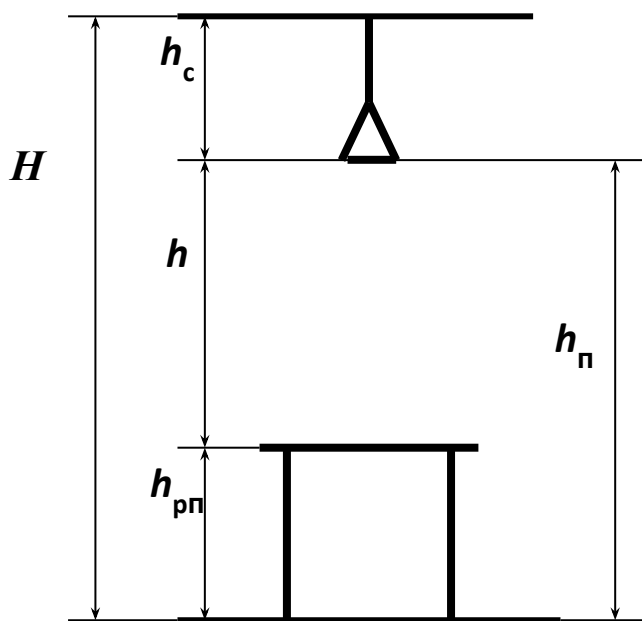
Прямой свет

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;**

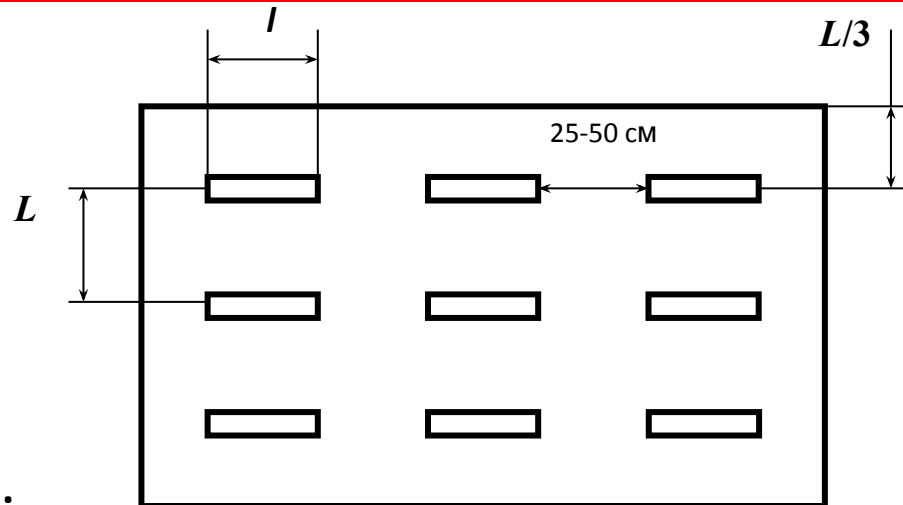


Размещение светильников в помещении определяется следующими параметрами, м: H – высота помещения; h_c – расстояние светильников от перекрытия (свес); $h_n = H - h_c$ – высота светильника над полом, высота подвеса; $h_{рп}$ – высота рабочей поверхности над полом; $h = h_n - h_{рп}$ – расчётная высота, 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, м²; 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 ÷ +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