

Лекция 3. Освещение **производственных помещений**



Калайдо А. В., Жуева А.Г

Общая информация

Человек получает около 90% информации благодаря зрению, а качество информации зависит от освещения.

Хорошее освещение повышает производительность труда, создает хороший психологический тонус и соответствующее настроение, предотвращает усталость, влияет на обмен веществ.

Неудовлетворительное освещение утомляет организм в целом и является причиной 20% травм.

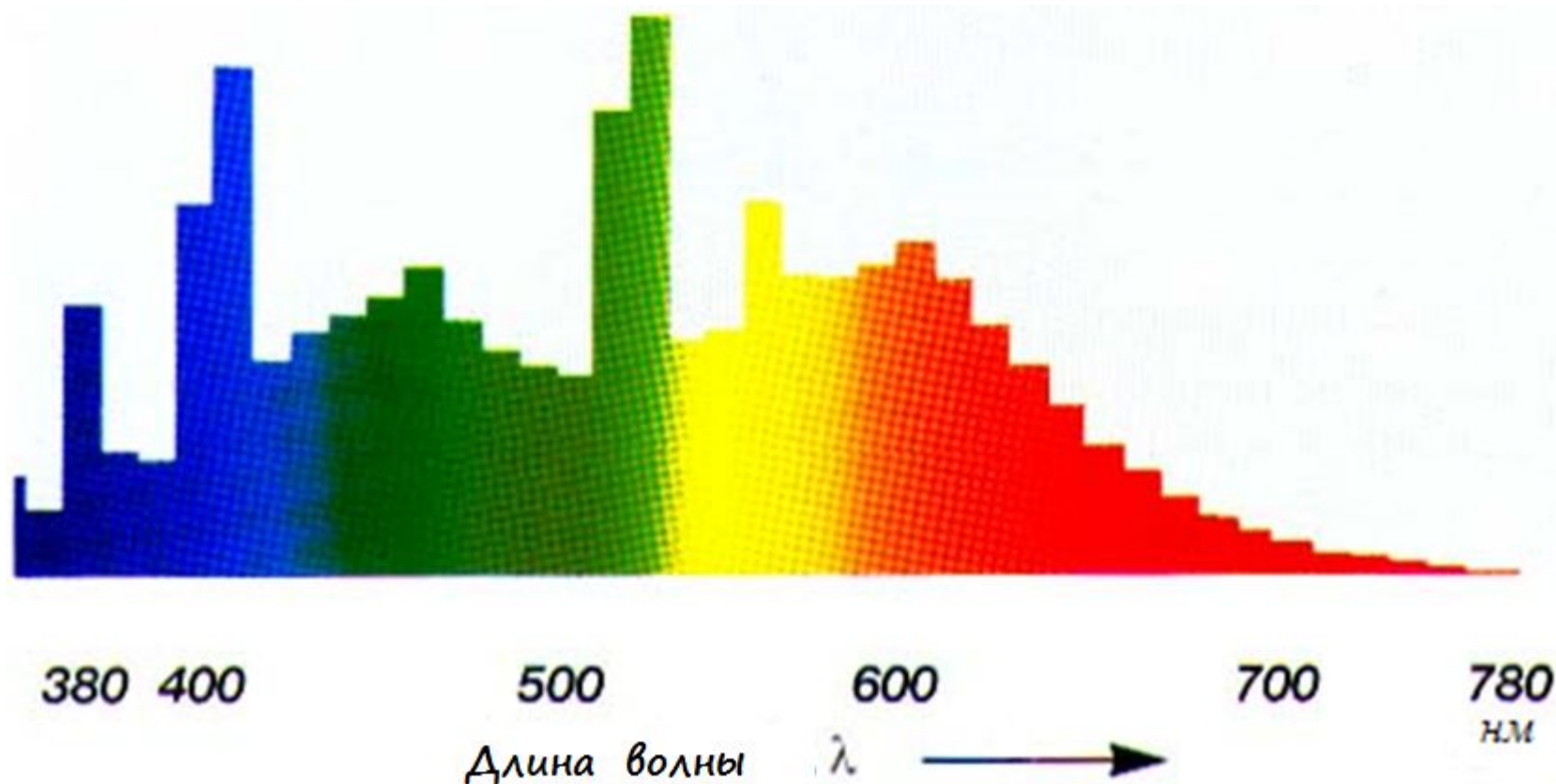
Процессы зрительного восприятия человека

- Адаптация** – приспособление глаза к изменению уровня освещенности.
 - Аккомодация** – приспособление глаза к ясному видению предметов, находящихся на неодинаковом расстоянии за счет изменения кривизны хрусталика.
 - Конвергенция** – способность глаза при рассматривании близких предметов занимать положение, при котором зрительные оси глаз пересекаются на предмете.
-

Классификация излучений по длине волны λ

- ☐ Радиоволны – длина $\lambda = 100 \text{ км} \dots 0,1 \text{ мм}$.
 - ☐ Инфракрасное (тепловое) – длина волны $\lambda = 0,1 \text{ мм} (100000 \text{ нм}) \dots 770 \text{ нм}$.
 - ☐ Свет – длина волны $\lambda = 770 \dots 380 \text{ нм}$.
 - ☐ Ультрафиолетовое излучение – длина волны $\lambda = 390 \dots 1 \text{ нм}$.
 - ☐ Рентгеновское – длина $\lambda = 1 \dots 0,001 \text{ нм}$.
 - ☐ Гамма-излучение – длина волны меньше $0,001 \text{ нм}$.
-

Человеческий глаз воспринимает только свет в диапазоне 770...380 нм. Наибольшая чувствительность при длине волны $\lambda = 555$ нм.



Основные светотехнические определения

Освещение характеризуется количественными и качественными показателями. Ниже приведены основные количественные показатели освещения рабочих помещений.



Количественные светотехнические характеристики

- Световой поток F (люмен, лм) – часть излучения, которая воспринимается глазом человека как свет. Характеризует мощность светового излучения.
- Сила света I (кандела, кд) – отношение светового потока F , выходящего из источника внутри телесного угла ω , к величине этого угла

$$I = \frac{F}{\omega}$$

Количественные светотехнические характеристики



$$F = \frac{F}{\omega}$$

Количественные характеристики освещения



Основные качественные характеристики освещения



Фон — поверхность, непосредственно прилегающая к объекту, на которой он рассматривается. Фон характеризуется коэффициентом отражения ρ : $\rho < 0,2$ — темный; $\rho > 0,4$ — светлый; $\rho = 0,2 \dots 0,4$ — средний.

Качественные характеристики освещения

□ Показатель ослепленности – критерий для оценивания ослепляющего действия света

$$P = \left(\frac{V_1}{V_2} - 1 \right) \cdot 1000,$$

□ где V_1 и V_2 – видимость объекта при экранировании и при наличии ярких источников света в поле зрения.

Качественные характеристики освещения

□ Коэффициент пульсации освещенности K – глубина колебаний освещенности в результате изменения светового потока осветительных ламп

$$K = \frac{(E_{\max} - E_{\min}) \cdot 100}{2E_{\text{ср}}},$$

□ где $E_{\max}$, $E_{\min}$ и $E_{\text{ср}}$ – наибольшая, наименьшая и средняя освещенности за период ее колебаний.

□ Газоразрядные лампы $k = 25...65\%$, лампы накаливания $k = 7\%$, галогенные лампы $k = 1\%$.

Качественные характеристики освещения

□ Контраст объекта с фоном k – характеризует соотношение яркости объекта различения L_o и фона L_ϕ

$$k = \frac{L_\phi - L_o}{L_\phi},$$

□ при k 0,2 – объект мало заметен на фоне; при $k = 0,2 \dots 0,5$ (объект и фон заметно отличаются по яркости; при k 0,5 (объект резко выделяется на фоне).

Качественные характеристики освещения

□ Видимость x – характеризует способность глаза воспринимать объект. Зависит от

$$x = \frac{k}{k_{\text{нор}}},$$

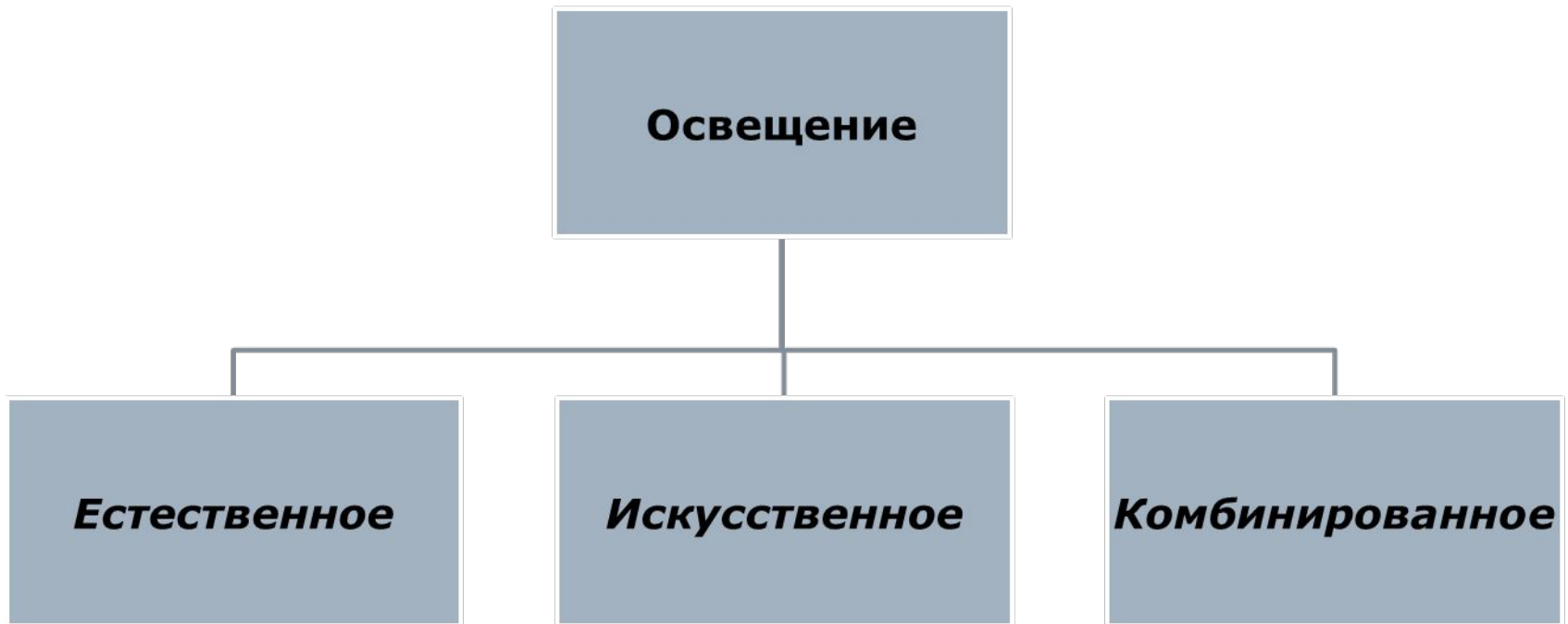
□ где k – контраст между объектом и фоном; $k_{\text{нор}}$ – наименьший контраст, что различается глазом при данных условиях.

□ Видимость зависит от освещенности, размера объекта, его яркости, контраста и длительности экспозиции.

Требования к производственному освещению

- ☐ Создание освещенности, нормативно соответствующей характеру зрительной работы.
 - ☐ Обеспечение постоянства и равномерности уровня освещенности в производственных помещениях.
 - ☐ Отсутствие опасных и вредных производственных факторов.
 - ☐ Отсутствие ослепления от источников освещения и предметов в поле зрения.
 - ☐ Надежность и простота в эксплуатации, экономичность и эстетичность.
-

Классификация производственного освещения



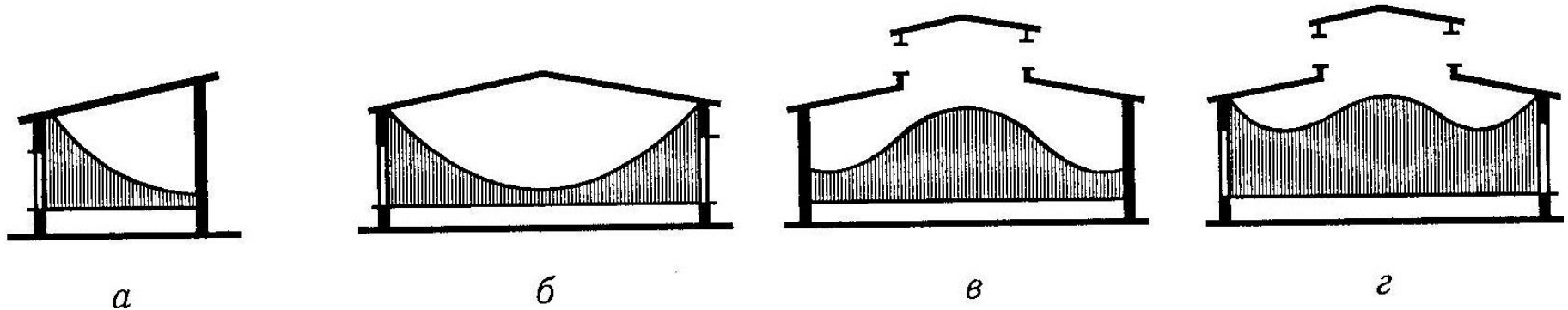
Характеристики видов освещения

- ☐ *Естественное – освещение помещений прямым или отраженным солнечным светом неба, которое проникает через проемы в конструкциях.*
 - ☐ *Искусственное – освещение в темные и переходные часы суток, а также за недостаточного естественного освещения.*
 - ☐ *Комбинированное – в светлое время суток одновременно используется естественное и искусственное освещение.*
-

Классификация естественного освещения

- Боковое освещение** осуществляется через световые проемы в наружных стенах. Подразделяется на одностороннее и двустороннее.
 - Верхнее освещение** – осуществляется через отверстия в крышах, аэрационные и защитные фонари.
 - Комбинированное освещение** – сочетание верхнего и бокового освещения.
-

Распределение интенсивности естественного освещения



a – боковое двухстороннее,
б – боковое двухстороннее,
в – верхнее,
г – комбинированное.

Характеристики естественного освещения

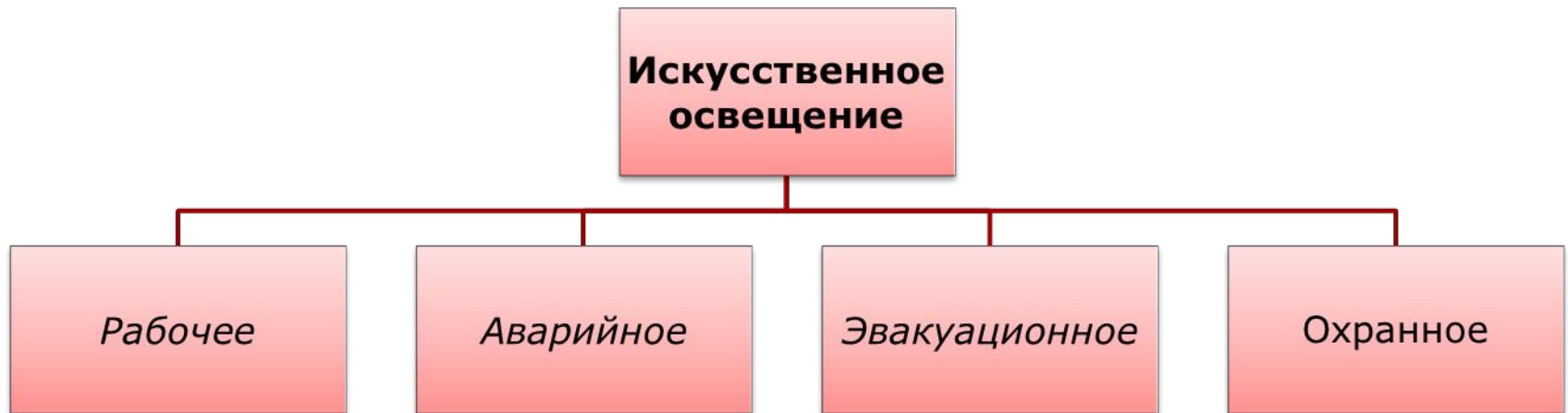
- ☐ Высокая диффузность (рассеянность) света, которая положительно влияет на органы зрения.
- ☐ Интенсивность зависит от широты местности, времени года и времени дня.
- ☐ Коэффициент естественной освещенности КПО – количественная оценка, отношение освещенности в помещении к освещенности снаружи

$$КПО = \frac{E_{вн}}{E_{зов}}.$$

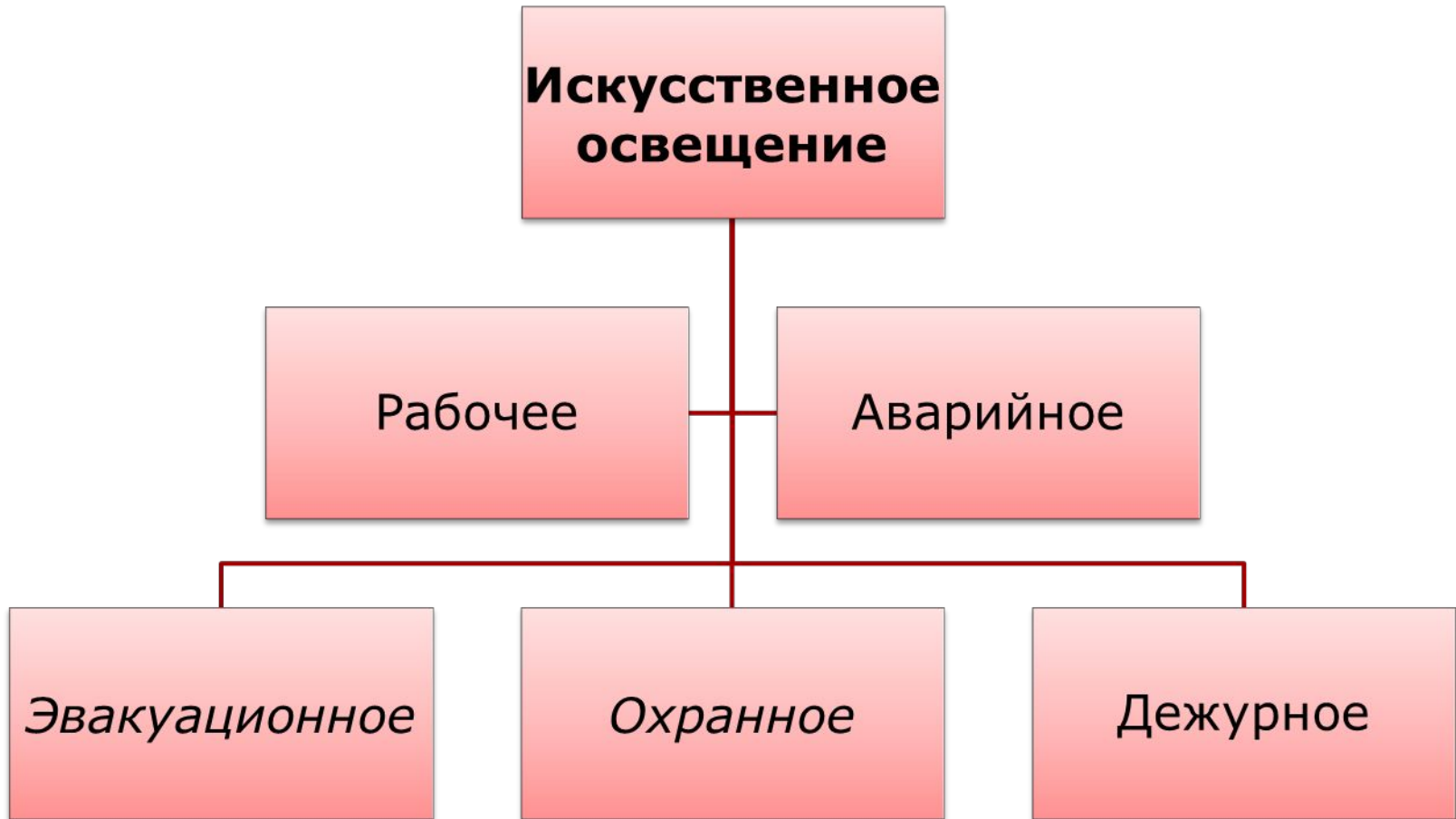
Виды расчетов естественного освещения

- Проектный** – используется при проектировании помещений, определяет площадь и количество световых проемов (окон или фонарей).
 - Проверочный** – определяет фактический коэффициент естественной освещенности. Используется при реконструкции рабочих помещениях.
-

Классификация искусственного освещения по назначению



Классификация искусственного освещения по назначению



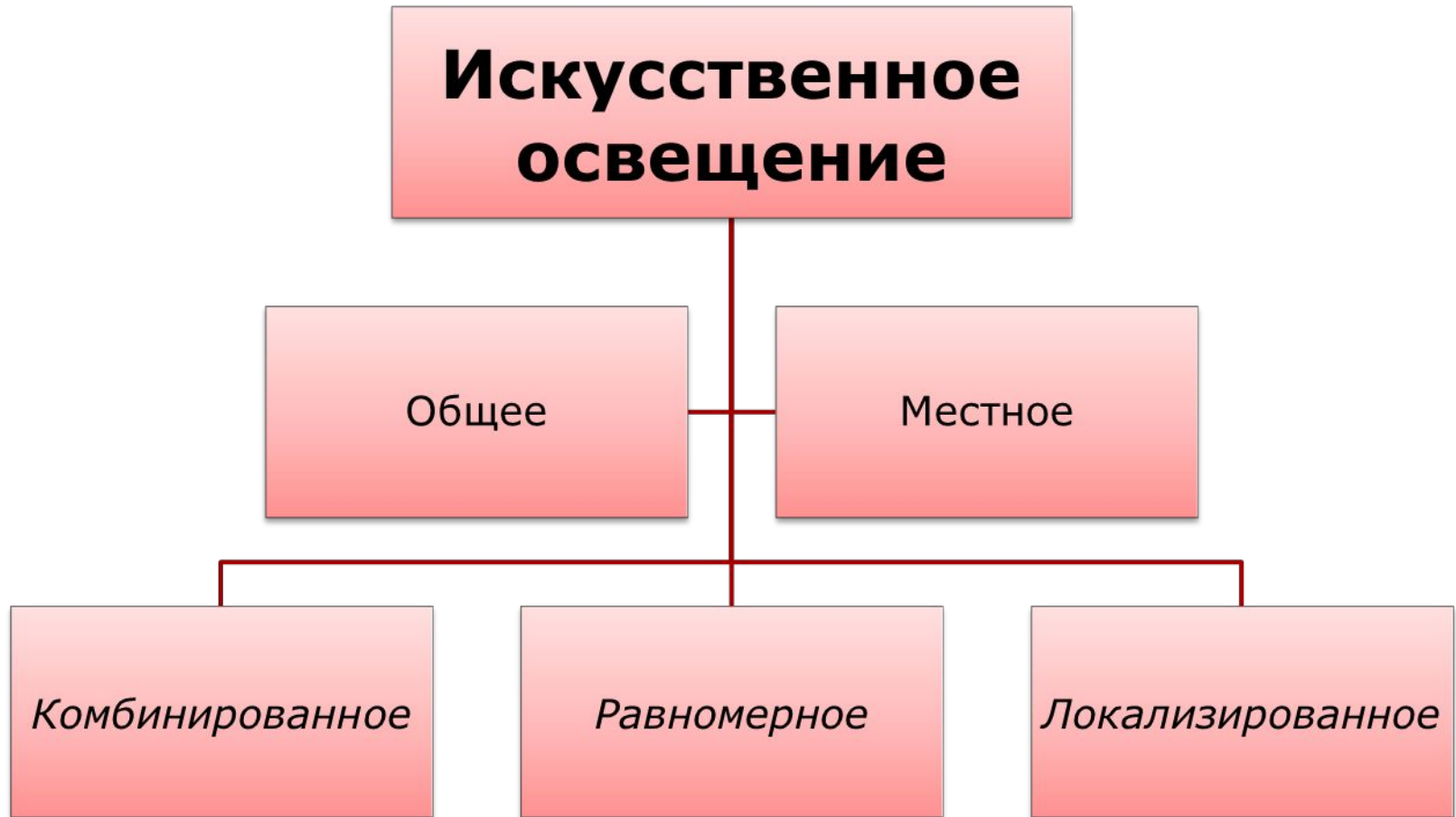
Виды искусственного освещения

- Рабочее** – предназначено для обеспечения нормального течения производственного процесса.
- Аварийное** – для продолжения работы при отключении рабочего освещения. Должно составлять 5% от рабочего, но не менее 2 лк.
- Эвакуационное** – для эвакуации людей из помещения при аварийном отключении рабочего освещения. Выполняется в местах, опасных для прохода, должно быть не менее 0,5 лк в помещении и 0,2 – на открытой территории.

Виды искусственного освещения

- Охранное** – устраивается вдоль границ территории, охраняемой в ночное время персоналом. Наименьшая допустимая освещенность составляет 0,5 лк на ровной земле.
 - Дежурное** – предусматривается в нерабочее время, для него используют часть светильников и других видов освещения.
-

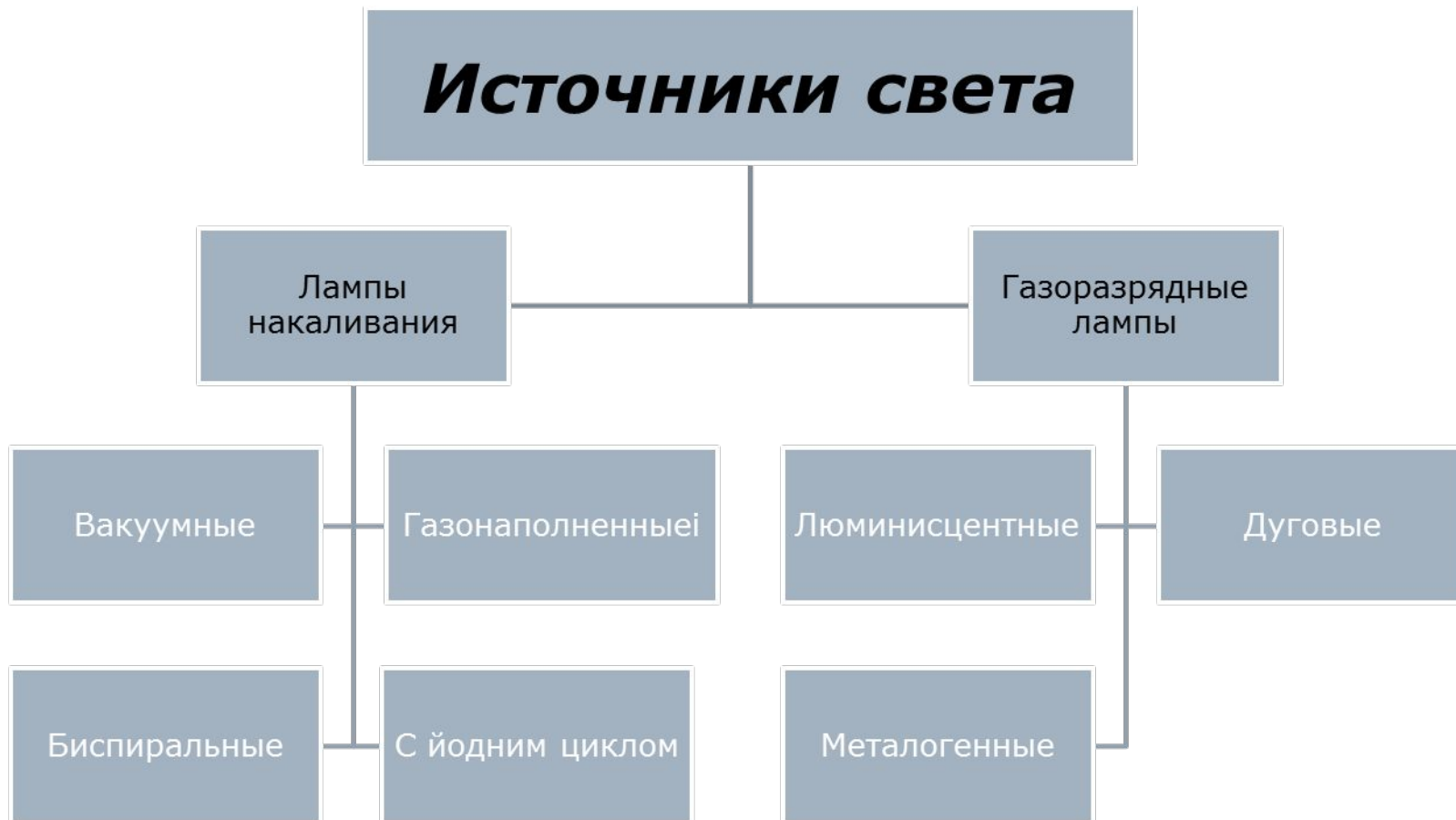
Классификация искусственного освещения по расположению



Классификация рабочего освещения по расположению

- Общее** – создается в помещениях, где по всей площади выполняются однотипные работы. Бывает равномерное или локализованное.
 - Местное** – создается светильниками, концентрирующими световой поток на рабочих местах.
 - Комбинированное** – одновременное общее и местное освещение.
-

Источники искусственного освещения



Характеристика ламп накаливания

- Наиболее распространенный вид, что относится к источникам теплового излучения. Излучателем является тонкая вольфрамовая нить, что работает разогревается до температуры 2500 – 3000 К.
 - Излучают желто-красный спектр, который по составу соответствует дневному. Не зависят от условий окружающей среды и колебаний напряжения.
-

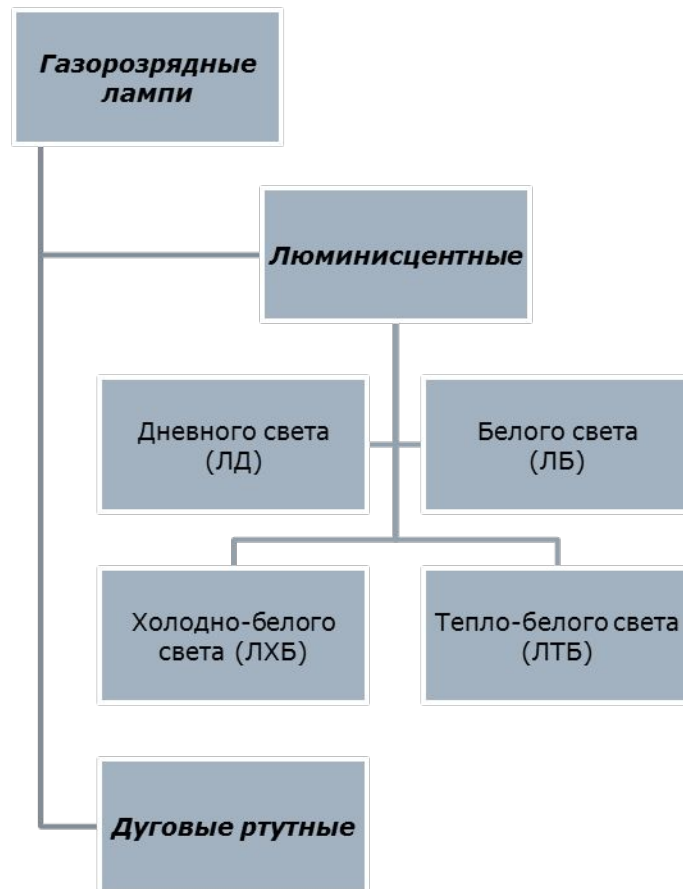
Преимущества и недостатки ламп накаливания

- Преимущества:** просты в изготовлении, включаются без пусковых устройств, компактны, световой поток снижается не более, чем на 15%.
 - Недостатки:** низкая световая отдача (7 – 20 лм/Вт) и КПД (3 – 8%), малый срок службы (1 – 2,5 тыс. час.), не используются в работах, где требуется различение цветов.
-

Принцип действия газорозрядных ламп

- ☐ Источником света является электрический разряд в атмосфере инертных газов и паров металлов (в основном ртути).
 - ☐ Слой люминофора на внутренней поверхности преобразует ультрафиолетовый свет разряда в видимое.
-

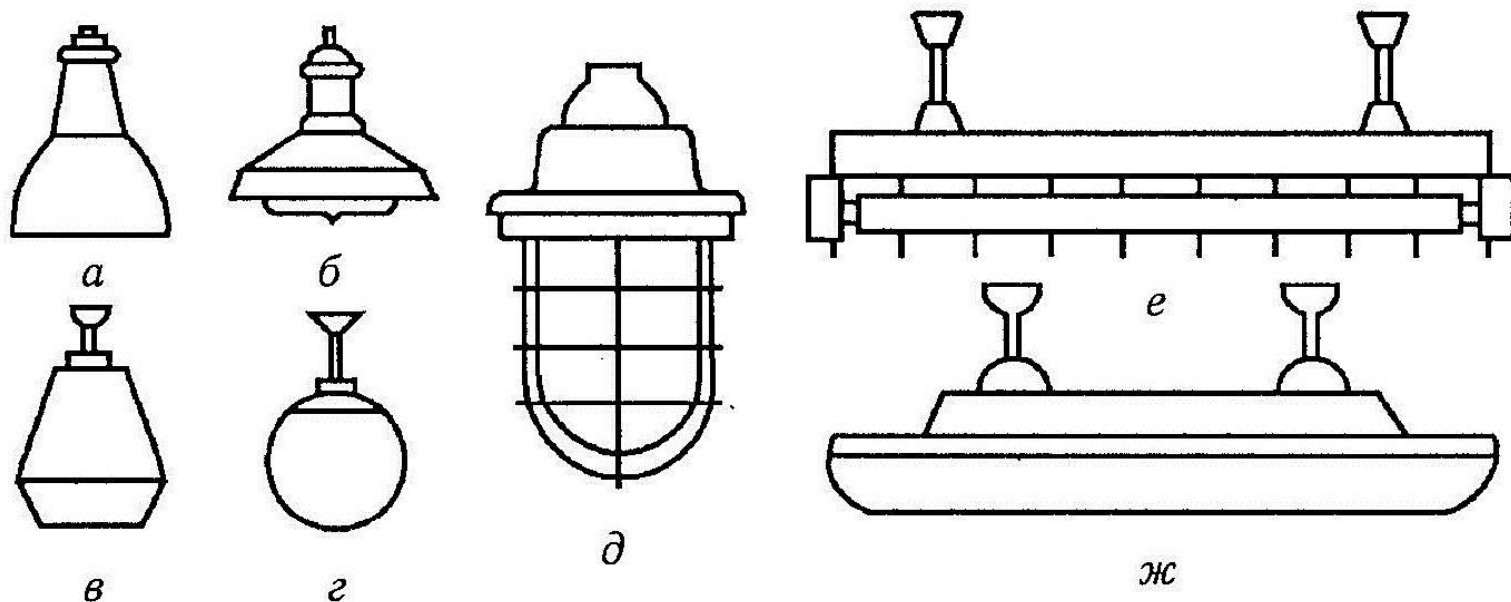
Типы газорозрядных ламп



Преимущества и недостатки газорозрядных ламп

- **Преимущества:** значительная световая отдача (40 – 110 лм/Вт), большой срок службы (8 – 12 тыс. час.), спектр излучения близок к естественному.
 - **Недостатки:** включаются через пусковых устройство, долгий период зажигания, значительные колебания светового потока (50 - 100%), стробоскопический эффект для вращающихся деталей.
-

Светильник – световой прибор, состоящий из источника света и осветительной арматуры.



Типы светильников: а – УПД; б – УПМ-15; в – НСП-07; г – ПО-02 (шар молочного стекла); д – ВЗГ; е – ЛОУ; ж - ПВЛП

Основные светотехнические характеристики светильников



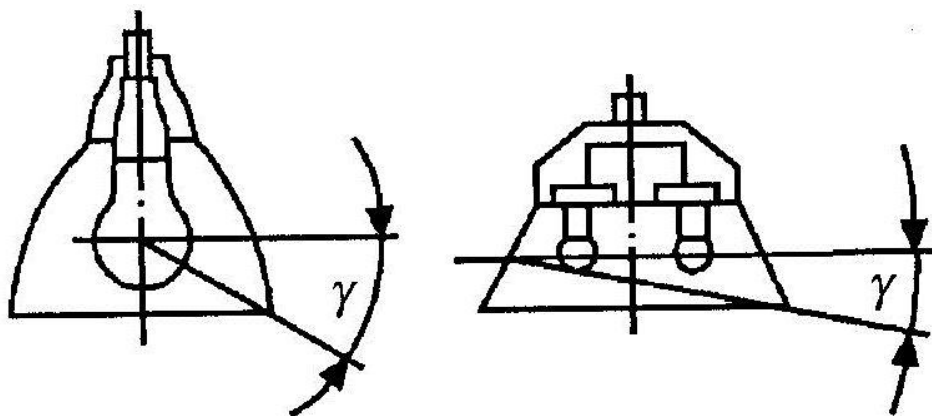
$$F = \frac{F}{(\Delta)}$$

Основные светотехнические характеристики светильников

- Коэффициент полезного действия** – отношение светового потока светильника к световому потоку установленной в нем лампы.
-

Основные светотехнические характеристики светильников

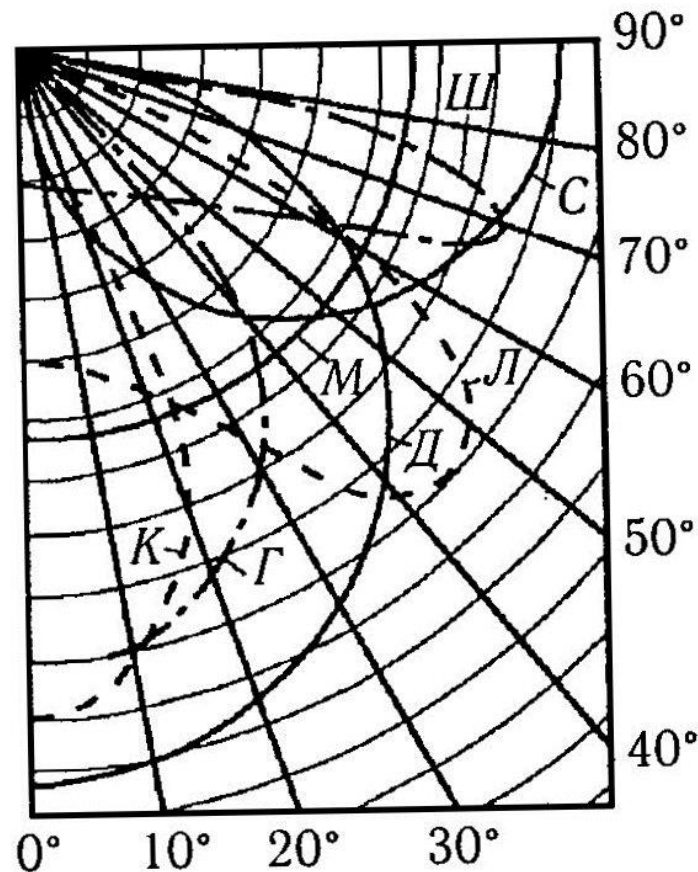
□ **Защитный угол светильника** – угол между горизонталью, проходящей через нить накаливания, и линией, соединяющей нить накала с противоположным краем осветительной аппаратуры.



Основные светотехнические характеристики светильников

☐ **Кривые силы света** (КСС) могут иметь следующие формы в пространстве:

- ☐ К – концентрированная;
- ☐ Г – глубокая;
- ☐ Д – косинусная;
- ☐ Л – полуширокая;
- ☐ Ш – широкая;
- ☐ М – равномерная;
- ☐ С – синусная.



Санитарно-гигиенические нормы освещения

Характеристика Зрительной работы	Наименьший размер объекта распознавания, мм	Разряд зрительной работы	Искусственное освещение		Естественное освещение		Комбинированн ое			
			Освещенность, лк		КПО, %					
			При комбинированном освещении	При общем освещении	При верхнем или комбинированном освещении	При боковом освещении	При верхнем или комбинированном освещении	При боковом освещении		
Высокой точности	0,3 – 0,5	III	2000 – 400	500 – 200	5	2	3	1,2		
Стедений точности	0,5 – 1,0	IV	750 – 300	300 – 150	4	1,5	2,4	0,9		
Малой точности	1 – 5	V	300 – 200**	200 – 100	3	1	1,8	0,6		
Общее наблюдение за ходом производственног о процесса	-	VIII	-	75* – 30	1*	0,3*	0,7*	0,2*		