

# Освещение

- ▶ Освещение - использование световой энергии Солнца и искусственных источников света для обеспечения зрительного восприятия окружающего мира. Восприятие света является важнейшим элементом нашей способности действовать, позволяет оценивать местонахождение, форму и цвет окружающих нас предметов.

Свет является адекватным раздражителем зрительного анализатора, через который поступает до 90 % информации об окружающем нас мире.

Освещение является одним из важнейших элементов условий труда. Рациональное производственное освещение, создаваемое естественными или искусственными источниками света, призвано решить ряд вопросов, главными из которых являются следующие: улучшение условий зрительной работы, снижение утомляемости, повышение производительности труда и качества продукции, повышение безопасности труда и снижение травматизма на производстве

- ▶ Все тела и предметы делятся на светящиеся и несветящиеся.

Светящиеся природные и искусственно созданные тела испускают электромагнитные излучения с различными длинами волн, но поскольку излучения с длиной волны от 3880 до 780 нм вызывают у человека ощущение света и цвета. Поэтому светом называют характеристику светового стимула, создающего определённое зрительное ощущение, а излучения указанного диапазона длин волн - видимым участком спектра.

При действии на глаз излучений с длиной волны меньше 380 нм (инфракрасное излучение) и больше 780 нм (ультра-фиолетовое излучение) световых и цветовых ощущений не возникает.

- ▶ Излучения подразделяются на:
- ▶ Монохроматические- излучения какой-либо одной длины волны
- ▶ Сложные - состоят из нескольких монохроматических, вплоть до всех излучений видимого участка спектра.

Если тело испускает световой поток, содержащий все излучения от 380 до 760 нм с одинаковой мощностью этих излучений, то цвет этого излучения воспринимается как белый.

Глаз человека различает семь основных цветов и более сотни их оттенков. Относительная чувствительность глаза к излучению видимой области спектра и соответствующие им ощущения цвета следующие:

-фиолетовый 380-455, синий 455-470, голубой 470-500

-зелёный 500-540, жёлтый 540-590 (Жёлто-зелёный цвет 555нм Наибольшая чувствительность органов зрения человека)

-оранжевый 590- 610, красный 610-770

Все цвета делятся на:

- ▶ ахроматические - белые, серые и чёрные цвета.
- ▶ хроматические - остальные цвета

В производственных условиях используется три вида освещения:

### 1. естественное

- боковое (через световые проёмы в наружных стенах);
- верхнее (через световые фонари, световые проёмы в стенах в местах перепада высот здания);
- комбинированное (сочетание верхнего и бокового).

### 2. искусственное

- общее (равномерное, локализованное);
- комбинированное (общее + местное).

Искусственное освещение по функциональному назначению делится на: рабочее; охранное; дежурное; аварийное (эвакуационное и резервное).

(бактерицидное и эритемное излучение. Бактерицидное излучение (освещение) создаётся для обеззараживания воздуха, питьевой воды, продуктов питания. Наибольшей бактерицидной способностью обладают ультрафиолетовые лучи с  $\lambda=0,254 - 0,257$  мкм.

Эритемное облучение создаётся там, где недостаточно солнечного света (северные районы, подземные сооружения). Лучи стимулируют обмен веществ, кровообращение, дыхание.)

### 3. совмещённое (одновременное сочетание естественного и искусственного)

## Светотехнические понятия

- ▶ **Световой поток ( $\Phi$ )** - поток лучистой энергии, оцениваемый по зрительному ощущению, характеризует мощность светового излучения. Единица светового потока - люмен (лм) - световой поток, излучаемый точечным источником в телесном угле в 1 стерадиан (ср) при силе света, равной 1 канделе (кд)
- ▶ **Сила света ( $I$ )** - пространственная плотность светового потока, равная отношению светового потока к величине телесного угла (стерадиана), характеризует пространственную плотность светового потока в определённом направлении. Единица силы света - кандела (кд) - сила света, излучаемая в перпендикулярном направлении абсолютно чёрным телом с площади  $1/600000$  м<sup>2</sup> при температуре затвердевания платины и давлении 101 кПа.
- ▶ **Яркость ( $B$ )** - поверхностная плотность силы света в данном направлении - равна отношению силы света к площади проекции светящей поверхности на плоскость, перпендикулярную этому направлению. Единица яркости - кандела на квадратный метр (кд/м<sup>2</sup>) - яркость равномерно светящей плоской поверхности, излучающей в перпендикулярном направлении с каждого квадратного метра силу света, равную одной канделе. Яркость - световая величина, на которую непосредственно реагирует глаз человека.
- ▶ **Освещённость ( $E$ )** - поверхностная плотность светового потока, падающего на поверхность - равна отношению светового потока, падающего на элемент поверхности, к площади освещаемой поверхности. Единица освещённости - люкс (лк) - освещённость поверхности площадью 1 квадратный при световом потоке падающего на него излучения, равном 1 люмен (лм).
- ▶ **Размер объекта различения** - минимальный размер наблюдаемого объекта, отдельной его части или дефекта, которые необходимо различать при выполнении работы.
- ▶ **Фон** - поверхность, на которой рассматривается объект различения. Фон характеризуется способностью отражать падающий на неё свет. Отражательная способность определяется коэффициентом отражения -  $\rho$ . В зависимости от света и фактуры поверхности значения  $\rho$  изменяются в широких пределах. Фон считается светлым при  $\rho > 0,4$ ; средним  $0,2 \leq \rho \leq 0,4$  и тёмным  $\rho < 0,2$ .
- ▶ **Контраст** - соотношение яркости объекта  $B_0$  и фона  $B_\phi$ . Разница между яркостями  $B_0$  и  $B_\phi$ , отнесённая к яркости фона  $B_\phi$ , называется. Контраст считается большим при  $K > 0,5$ ; средним  $0,5 \leq K \leq 0,2$  и малым  $K < 0,2$

**Функция (основная обязанность) зрения: острота зрения, контрастная чувствительность, быстрота различения объекта, пропускная способность зрительного анализатора, цветовая чувствительность**

- ▶ **Острота зрения** определяется способностью глаза видеть форму предмета, его очертания, размер, отдельные детали. Определяется тем минимальным угловым размером объекта, при котором глаз еще в состоянии различать объект при заданных яркости фона и порога контрастной чувствительности. Этот минимальный угловой размер называют разрешающим углом зрения - чем он меньше, тем больше острота зрения. Нормальный глаз способен различать две точки, видимые под углом в 1 градус.
- ▶ **Контрастная чувствительность** - это способность глаза различать разность яркости объекта и фона.
- ▶ **Скорость различения** - интегральная функция глаза, позволяющая «сканировать» рассматриваемые предметы во времени. Быстрота зрительного восприятия является важным показателем при выполнении многих производственных процессов, где необходим зрительный контроль. Данная функция (как и острота зрения) находится в прямой зависимости от величины освещённости и растёт с ростом освещённости.
- ▶ **Пропускная способность зрительного анализатора** функция, учитывающая скорость зрительного восприятия, острота зрения, время скрытого периода простой условно рефлекторной реакции на свет. Определяет максимальное количество «полезной» информации, которое может быть воспринято глазом за определенный период времени. Единицей измерения информации является бит в секунду (бит/с).
- ▶ **Цветовосприятие** - способность зрения воспринимать и преобразовывать световое излучение определенного спектрального состава в ощущение различных цветовых оттенков, формируя целостное ощущение.

**Зрительная адаптация** - адаптация зрительного анализатора к уровню яркости световых (цветовых) раздражителей, приводящая к изменениям световой (цветовой) чувствительности. Процесс адаптации сопровождается фото-химическими и нервными процессами, перестройкой рецептивных полей в сетчатке глаза, изменением диаметра зрачка.

**Быстрая (световая)** - это пупилломоторная адаптация, когда при оптимальных уровнях яркости поля зрения диаметр зрачка меняется от 2 до 8 мм.

**Длительная (темновая)** - зрительная адаптация происходит за счёт ретиномоторных и биохимических процессов в сетчатке при низких уровнях яркости. Работа при низких уровнях яркости приводит к снижению зрительной работоспособности и производительности труда

## Источники искусственного освещения

Источники света делятся на категории в зависимости от цвета света, который они излучают:

1. «теплого» цвета: белый красноватый свет;
2. промежуточного цвета: белый свет;
3. «холодного» цвета: белый голубоватый свет

Для характеристики цвета излучения используется понятие цветовой температуры. Цветовая температура  $T_{\text{цв}}$  — это такая температура излучателя Планка (чёрного тела), при которой его излучение имеет такую же цветность, как и рассматриваемое излучение. В зависимости от их цветовой температуры цвета электрических ламп условно делят на три группы: белый дневного цвета с температурой около 6000 К; нейтральный белый — около 4000 К; тёплый белый — около 3000 К.

**Лампы накаливания** генерируют свет на принципе теп-лового нагрева. Видимое излучение возникает в результате нагрева тела нити лампы до температуры свечения, от которой и зависит спектральный состав света; в лампах накаливания это преимущественно оранжево-красная часть спектра. Цветовая температура ламп накаливания составляет 2800-3600 °К (70-80% -тепло, 5% - свет)

**Газоразрядные лампы** генерируют свет на принципе люминесценции (люминесцентные лампы), при котором разные виды энергии - электрическая или химическая превращаются в видимое излучение. Явление электролюминесценции используется в неоновых, аргоновых, ртутных, ксеноновых, натриевых газоразрядных лампах с цветовой температурой от 6500 до 3600 °К, генерирующих свет различного спектрального состава



▶ **Преимущества газоразрядных ламп:**

- спектр излучения может быть приближен к солнечному;
- излучение рассеянного света без теней и бликов;
- обеспечение высокой светоотдачи (в 2 раза больше по сравнению с лампами накаливания при одинаковой мощности);
- экономичность по расходу энергии и сроку действия.

▶ **Недостатки люминесцентных ламп:**

- ▶ - эффективность эксплуатации при температурах воздуха не ниже  $+12^{\circ}\text{C}$ ;
- ▶ - монотонный шум;
- ▶ - искажение цветопередачи;
- ▶ - наличие стробоскопического эффекта.

- ▶ **Стробоскопический эффект** — зрительная иллюзия, возникающая в случаях, когда наблюдение какого-либо предмета или картины осуществляется не непрерывно, а в течение отдельных периодически следующих один за другим интервалов времени (например, при периодических вспышках света)

## ► Влияние условий освещения на здоровье и работоспособность человека

Свет влияет на тонус центральной и периферической нервной системы, на обмен веществ в организме, его иммунные и аллергические реакции, на работоспособность и самочувствие человека. Низкие уровни освещённости вызывают апатию и сонливость, а в некоторых случаях способствуют развитию чувства тревоги. Длительное пребывание в условиях недостаточного освещения сопровождается снижением интенсивности обмена веществ в организме и ослаблением его реактивности. К таким же последствиям приводит длительное пребывание в световой среде с ограниченным спектральным составом света и монотонным режимом освещения

При длительном выполнении точных зрительных работ на близком расстоянии при недостаточных уровнях видимой радиации, когда постоянно напрягаются мышцы хрусталика, может вести у рабочих некоторых профессий (часовщики, сборщики аппаратуры) к развитию близорукости, при которой происходит уже увеличение передне-заднего размера глазного яблока

Неблагоприятные условия зрительной работы могут приводить также к раннему (до 40-летнего возраста) развитию старческой дальнозоркости, когда хрусталик теряет свою эластичность.

При выполнении зрительной работы высокой точности понижение уровня яркости по сравнению с абсолютным оптимумом на 20% приводит к снижению зрительной работоспособности и уменьшению производительности труда на 10%. Дальнейшее снижение яркости ведет к резкому падению производительности труда и к невозможности осуществить данную зрительную работу.

Излишне яркий свет слепит, снижает зрительные функции, приводит перевозбуждению нервной системы, уменьшает работоспособность, нарушает механизм сумеречного зрения. Воздействие чрезмерной яркости может вызывать фотоожоги глаз, кератиты, катаракты и другие нарушения тканей

## Гигиеническое нормирование освещённости

Нормы искусственного освещения определяют тот минимальный уровень видимой радиации в производственных помещениях, за пределами которого не исключается возможность уменьшения работоспособности зрительного анализатора и снижение производительности труда

Принято различать основные и дополнительные признаки зрительной работы.

- К основным относятся: размер различаемого объекта (дефект изделия, штрих рисунка, буквы и др.), коэффициент отражения фона, контраст между объектом и фоном. Освещённость нормируется тем выше, чем меньше объект различения, темнее фон и меньше контраст объекта с фоном.
- К дополнительным относятся повышенная опасность травматизма, продолжительность зрительной работы и др.

При нормировании производственного освещения строительные нормы в ряде случаев исходят из энергоэкономических соображений.

Естественное освещение производственных помещений зависит от многих факторов, важнейшими из которых являются:

- географическая широта местности;
- время года и суток;
- ориентация окон здания по сторонам света;
- наличие затенения противостоящими объектами (другими зданиями, деревьями и т.д.);
- внутренние факторы (планировка, размеры помещений и оконных проемов, их конфигурация, окраска стен, пола, потолка, состояние остекления, наличие штор и др.).

Естественное освещение в отличие от искусственного оценивается не в абсолютных величинах (лк), а в относительных с помощью коэффициента естественной освещённости (КЕО)  $e$ , %.

КЕО - отношение естественной освещённости внутри помещения к наружной:  $e = (E_{\text{вн}} / E_{\text{нар}}) \cdot 100\%$ .

