

**4 пара 19.10.20**

## **Диз-19 Эргономика и антропометрия**

**Приглашаю вас на запланированную конференцию: Zoom.**

**Время: 19 октября 2020 14:15**

**Подключиться к конференции Zoom**

**<https://us04web.zoom.us/j/78212282974?pwd=ODJsNnhXZy9iMEZjeFZ0MkVZbzFnQT09>**

**Идентификатор конференции: 782 1228 2974**

**Код доступа: 3MPbSr**

### **ЛЕКЦИЯ № 7 ХАРАКТЕРИСТИКИ ОСВЕЩЕНИЯ И СВЕТОВОЙ СРЕДЫ**

Обобщение материала, вопросы для закрепления материала

1. Каковы параметры оптимального освещения?
2. Что такое световой поток? Единица его измерения.
3. Единица измерения силы света. Единица измерения освещенности.
4. Единица измерения яркости.
5. Что такое коэффициент отражения?
6. Расчёт по формуле оптимального количества светильников.
7. Дайте характеристику лампам накаливания.
8. Дайте характеристику галогенным лампам.
9. Дайте характеристику люминесцентным лампам.
10. Назовите виды светотехнического оборудования.

**Практическое задание** выполнить до 26.10 2020, и выставить в личный кабинет.

Произвести

1. Расчёт по формуле оптимального количества светильников в вашей квартире по каждой комнате.
2. Расчёт по формуле оптимального количества светильников в аудитории № 62, № 59
3. Расчёт по формуле оптимального количества светильников в квартире по каждой комнате, где площадь комнаты 36 м<sup>2</sup>, заданная освещенность 200лк, коэффициент 1,5, световой поток лампы накаливания мощностью 60 ватт – 750 лм.
4. Придумать задачу по расчету с оптимального количества светильников в рабочем помещении с люминесцентными лампами.

Основные искусственные источники света, применяемые ныне, - электрические источники, прежде всего, лампы накаливания и газоразрядные лампы. Источник света излучает энергию в виде электромагнитных волн,

имеющих различную длину волны. Человек воспринимает электромагнитные волны как свет, только в диапазоне от 0,38 до 0,76 мкм.

Освещение и световая среда характеризуются следующими параметрами.

Количественные характеристики: *световой поток, сила света, освещенность, коэффициент отражения.*

**Световой поток (Φ)** - это часть электромагнитной энергии, которая излучается источником в видимом диапазоне. Поскольку световой поток - это не только физическая, но и физиологическая величина, так как характеризует зрительное восприятие, для него введена специальная единица измерения люмен (лм).

**Сила света (I).** Так как источник света может излучать свет по различным направлениям неравномерно, вводится понятие силы света как отношение величины светового потока, распространяющегося от источника света в некотором телесном угле  $W$  (измеряется встерадианах), к величине этого телесного угла.

$$I = \Phi / W$$

Сила света измеряется в канделах (кд) [6].

**Коэффициентом отражения (r)** называется доля светового потока ( $\Phi_{\text{пад}}$ ), падающего на поверхность, которая отражается от нее:

$$r = \Phi_{\text{отр}} / \Phi_{\text{пад}}$$

Для характеристики интенсивности падающего на поверхность от источника света светового потока введена специальная величина, получившая название освещенности.

**Освещенность** - это отношение падающего на поверхность светового потока ( $\Phi_{\text{пад}}$ ) к величине площади этой поверхности ( $S$ ):

$$E = \Phi_{\text{пад}} / S$$

Измеряется освещенность в люксах (лк),  $1 \text{ лк} = 1 \text{ лм} / \text{м}^2$ .

Качественные характеристики: *фон, объект различения, коэффициент отражения, видимость, спектральный состав света, коэффициент пульсации светового потока.*

Величина светового потока ( $\Phi_{\text{отр}}$ ), отраженного поверхностью предмета и распространяющегося в некотором телесном угле ( $W$ ), отнесенная к величине этого угла и площади ( $S$ ) отражающей поверхности, называется **яркостью (L)** объекта. По сути это сила света, излучаемая поверхностью, отнесенная к площади этой поверхности:

$$L = \Phi_{\text{отр}} / (WS); L = I / S$$

Измеряется яркость в кд/м<sup>2</sup>.

Чем больше яркость объекта, тем больший световой поток от него поступает в глаз и тем сильнее сигнал, поступающий от глаза в зрительный центр. Таким образом, казалось бы, чем больше яркость, тем лучше человек видит

объект. Однако, это не совсем так. Если поверхность, то есть фон, на которой располагается объект, имеет близкую по величине яркость, то интенсивность засветки участков сетчатки световым потоком, поступающем от фона и объекта, одинакова (или слабо различается). Величина поступающих в мозг сигналов одинакова, и объект на фоне становится неразличимым [4].

Для лучшей видимости объекта необходимо, чтобы яркость объекта и фона различались. Разница между яркостями объекта ( $L_o$ ) и фона ( $L_\phi$ ), отнесенная к яркости фона, называется **контрастом**:

$$K = |L_o - L_\phi| / L_\phi$$

Величина контраста берется по модулю.

При  $K < 0,2$  контраст считается малым, при  $K = 0,2 \dots 0,5$  контраст средний, а при  $K > 0,5$  - большим.

Величина яркости объекта тем больше, чем больше коэффициент отражения и падающий на поверхность световой поток.

Таким образом, чем больше освещенность и контраст, тем лучше видно объект, а следовательно, меньше нагрузка на зрение. Следует обратить внимание на то, что слишком большая яркость отрицательно воздействует на зрение. При большой яркости имеет место очень интенсивная засветка сетчатки, и разлагающийся светочувствительный материал не успевает восстанавливаться (регенерироваться) - возникает явление ослепленности.

Одной из характеристик зрительной работы является **фон** - поверхность, на которой происходит различение объекта. Фон характеризуется способностью поверхности отражать падающий на нее свет. Отражательная способность определяется коэффициентом отражения ( $r$ ). Фон считается светлым при  $r > 0,4$ , средним при значениях  $r$  в диапазоне  $0,2 \dots 0,4$  и темном при  $r < 0,2$ .

**Размер объекта различения** - это минимальный размер наблюдаемого объекта (предмета), отдельной его части или дефекта, которые необходимо различать при выполнении работы. Размер объекта различения определяет *характеристику работы и ее разряд*. Например, при размере объекта менее 0,15 мм разряд работы наивысшей точности (I разряд), при размере 0,15...0,3 мм - разряд очень высокой точности (II разряд); от 0,3 до 0,5 мм - разряд высокой точности (III разряд) и т.д. При размере более 5 мм - грубая работа.

Очевидно, чем меньше размер объекта различения (выше разряд работы) и меньше контраст объекта различения с фоном, на котором выполняется работа, тем больше требуется освещенность рабочего места, и наоборот [2].

**Под остротой зрения** понимается максимальная способность различать отдельные объекты. При увеличении освещенности до определенного уровня растет острота зрения. В прямой зависимости от

уровня освещенности находится скорость зрительного восприятия, а также устойчивость ясного видения, под которой понимается способность глаза удерживать отчетливое изображение рассматриваемой детали [4].

Итак, при использовании прямого контраста (предмет темнее фона) зрительное утомление меньше, чем при обратном. Увеличение освещенности при прямом контрасте улучшает видимость, а при обратном ухудшает. Важной характеристикой, от которой зависит требуемая освещенность на рабочем месте, является размер объекта различения. Величина яркости объекта тем больше, чем больше коэффициент отражения и падающий на поверхность световой поток.

## **Искусственные источники света и светильники**

Чаще всего применяют *газоразрядные* лампы (галогеновые, ртутные и т.д.), так как велик срок службы - от 8000 до 14 000 часов, и большая световая отдача - от 40 до 110 лм/Вт.

Газоразрядные лампы называют *люминесцентными*, так как изнутри колбы покрыты люминофором, который под действием ультрафиолетового излучения, излучаемого электрическим разрядом, светится, преобразуя тем самым невидимое ультрафиолетовое излучение в свет [2].

Недостатком таких источников освещения является стробоскопический эффект и пульсация светового потока.

**Пульсация светового потока** искажает зрительное восприятие и отрицательно воздействует на зрение. Пульсации освещенности вредны при работе с неподвижными поверхностями, так как они вызывают быстрое утомление зрения и головную боль.

**Стробоскопический эффект** - это пульсация светового потока, которая приводит к утомлению зрения из-за постоянной переадаптации глаза.

*Лампы накаливания* применяются, когда по условиям технологической среды или интерьера применение газоразрядных ламп нецелесообразно. Достоинства таких ламп: тепловые источники света, простота и надёжность, удобство эксплуатации. Недостатки: малый срок службы - до 2500 часов, световая отдача мала (КПД) - от 7 до 20 лм/Вт.

*Светильник*: лампа с арматурой, основное назначение - перераспределение светового потока в требуемом направлении; защита лампы от воздействий внешней среды. Если в светильнике используется лампа без осветительной арматуры, то вряд ли распределение света будет приемлемым, и система наверняка будет неэкономичной. В таких случаях лампа будет источником ослепления людей, находящихся в комнате, а эффективность установки будет значительно снижена из-за бликов [8].

По исполнению: открытые, закрытые, пыленепроницаемые, влагозащитные, взрывозащитные.

По распределению светового потока: прямого света, отражённого света, рассеянного света.

**Светильники прямого света** направляют более 80% светового потока в нижнюю полусферу за счет внутренней отражающей эмалевой или полированной поверхности («Глубокоизлучатель», «Универсаль», «Альфа» и др.)

**Светильники отражённого света** более 80% светового потока направляют вверх на потолок, а отражаемый от него свет - вниз в рабочую зону. Они обладают гигиеническими преимуществами, но в производственных условиях применяются редко, так как для них требуется высокий коэффициент отражения потолка, что не всегда имеет место в условиях производства.

**Светильники рассеянного света** излучают световой поток в обе полусферы («Молочный шар», «Люцетта»).

Для более эффективного использования светового потока и ограничения ослепленности электрические лампы устанавливают в осветительной арматуре. Ослепление происходит, когда в поле зрения находится яркий источник света, результатом его является уменьшение способности различать предметы [1].

Вследствие выше изложенного можно сделать вывод о том, что подвергать рабочих ослеплению чрезвычайно опасно, так как это может привести к главному напряжению и функциональным расстройствам.

Для защиты глаз от ослепления светящейся поверхностью служит **защитный угол светильника** - угол, образованный горизонтально от поверхности лампы (края светящейся нити) и линией, проходящей через край арматуры светильника (Приложение 3). Защитный угол светильников от 30 до 40° [2].

## **Расчет освещения**

При выборе источников **искусственного освещения** должны учитываться их электрические, светотехнические, конструктивные, эксплуатационные и экономические показатели. На практике используются два вида источников освещения: лампы накаливания и газоразрядные. Для освещения производственных помещений используются светильники, представляющие собой совокупность источника и арматуры.

Назначением арматуры является перераспределение светового потока, защита работающих от ослепленности, а источника от загрязнения. Основными характеристиками арматуры являются: **кривая распределения силы света, защитный угол и коэффициент полезного действия.**

По форме кривой распределения силы света в вертикальной плоскости светильники разделяют на семь классов Д, Л, Ш, М, С, Г, К.

**Защитный угол** светильника характеризует угол, который обеспечивает светильник для защиты работающих от ослепленности источником [3].

**Расчет искусственного освещения производственного помещения** ведется в следующей последовательности.

Выбор типа источников света. В зависимости от конкретных условий в производственном помещении (температура воздуха, особенности технологического процесса и его требований к освещению), а также светотехнических, электрических и других характеристик источников, выбирается нужный тип источников света.

Выбор системы освещения. При однородных рабочих местах, равномерном размещении оборудования в помещении принимается общее освещение. Если оборудование громоздкое, рабочие места с разными требованиями к освещению расположены неравномерно, то используется локализованная система освещения. При высокой точности выполняемых работ, наличии требования к направленности освещения применяется комбинированная система (сочетание общего и местного освещения).

Выбор типа светильника. С учетом потребного распределения силы света, загрязненности воздуха, пожаро-, взрывоопасности воздуха в помещении подбирается арматура.

Размещение светильников в помещении. Светильники с лампами накаливания можно располагать на потолочном перекрытии в шахматном порядке, по вершинам квадратных полей, рядами. Светильники с люминисцентными лампами располагают рядами [7].

При выборе схемы размещения светильников необходимо учитывать энергетические, экономические, светотехнические характеристики схем размещения. Так, высота подвеса ( $h$ ) и расстояние между светильниками ( $l$ ) связаны с экономическим показателем схемы размещения ( $л_э$ ), зависимостью  $л_э = l/h$ . С помощью справочных таблиц выбирается целесообразная схема размещения светильников.

На основании принятой схемы размещения светильников определяется их потребное количество.

Определение потребной освещенности рабочих мест. Нормирование освещенности производится в соответствии со СНиП 23-05-95.

Расчет характеристик источника света. Для расчета общего равномерного освещения применяется метод коэффициента использования светового потока, а расчет освещенности общего локализованного и местного освещения производится с помощью точечного метода [5].

В методе коэффициента использования расчет светового потока источника производится по формуле: где  $E_n$  - нормативная освещенность, лк;

S - освещаемая площадь, м<sup>2</sup>;

Z - коэффициент минимальной освещенности ;

K - коэффициент запаса, учитывающий ухудшение характеристик источников при эксплуатации;

N - число светильников;

з - коэффициент использования светового потока.

Коэффициент использования определяется по индексу помещения In и коэффициентам отражения потока, стен и пола по специальной таблице.

Индекс помещения рассчитывается по формуле:

где a и b длина и ширина помещения;

h - высота подвеса светильников.

В расчете освещенности точечным методом используется формула:

(лк),

где J<sub>б</sub> - нормативная сила света на данную точку поверхности, кд;

г - расстояние от источника до точки поверхности, м;

б - угол, образованный нормалью к освещаемой поверхности и падающим на поверхность лучом [6].

Для ориентировочного расчета мощности потребного источника используется метод удельных мощностей. Мощность источника определяется по формуле:

$$P_{\text{л}} = PS/N,$$

где P - потребная удельная мощность осветительных приборов на единицу освещаемой поверхности, Вт/м<sup>2</sup>;

S - площадь освещаемой поверхности, м<sup>2</sup>;

N - принятое число светильников.

После определения характеристики потребного источника освещения, подбирается стандартный источник. Его характеристика может, иметь отклонения в пределах от 10 % до +20 % от расчетной [8].

**Естественное освещение** создается солнечным светом через световые проемы. Оно зависит от многих объективных факторов, как-то: времени года и дня, погоды, географического положения и т.п. Основной характеристикой

естественного освещения служит коэффициент естественного освещения (КЕО), то есть отношение естественной освещенности внутри здания  $E_v$  к одновременно измеренной наружной освещенности горизонтальной поверхности ( $E_n$ ). КЕО обозначается через "е":

.Естественная освещенность нормируется. Для установления необходимого нормативного значения КЕО, т.е.  $e_n$  необходимо учесть размер объекта различения, т.е. разряд зрительной работы, контраст объекта различения и фона, а также характеристику фона. Помимо этого, учитывается географическая широта местоположения здания (коэффициентом светового климата  $m$ ) и ориентировка помещения по сторонам горизонта ( $c$ ).

Тогда  $e = e_n \cdot c \cdot m$ , где  $e_n$  - табличное значение КЕО, определяемое на основании разряда зрительной работы и вида естественного освещения. При естественном освещении нормируется его неравномерность, т.е. отношение максимальной к минимальной освещенности.

Чем выше разряд зрительной работы, тем меньше допускается неравномерность освещенности.

Для определения потребных площадей световых проемов используются зависимости:

для бокового освещения (площадь окон):

для верхнего освещения (площадь световых фонарей):

где  $S_n$  - площадь пола,  $m^2$ ;

$e_n$  - нормированное значение КЕО;

$h_o, h_\phi$  - световая характеристика соответственно окон и фонарей;

$K$  - коэффициент учета затенения окон противоположными зданиями;

$r_1, r_2$  - коэффициенты, учитывающие повышение КЕО при боковом и верхнем освещении благодаря свету, отраженному от поверхностей помещения;

$\phi_o$  - общий коэффициент светопропускания светопроемов.

В основе расчета КЕО лежит зависимость его от прямого света небосвода и света, отраженного от поверхностей зданий и помещений. Так, при боковом освещении  $e_d = (E_{dq} + E_{zq}K) \phi_o r$ , где:  $E_d, E_{zq}$  - геометрические коэффициенты освещенности от небосвода и противоположного здания;  $q$  - коэффициент учета неравномерной яркости небосвода;  $K$  - коэффициент учета относительной яркости противостоящего здания;  $\phi_o$  - коэффициент светопропускания световых проемов; коэффициент учета роста КЕО за счет отражения света от поверхностей помещения [1].

Геометрические коэффициенты освещенности определяются графически по методу Данилюка путем подсчета числа участников (секторов) небосвода, видимых в световом проеме в вертикальной и горизонтальной плоскости.

КЕО определяется для характерных точек помещения. При одностороннем боковом освещении принимается точка, расположенная на расстоянии 1 м от стены, наиболее удаленной от световых проёмов. При двустороннем боковом освещении определяется КЕО в точке посередине помещения [5].

Таким образом, основной задачей расчета освещения является определение требуемой площади световых проёмов - при естественном освещении и определение мощности осветительных установок - для искусственного.

### Расчет оптимального освещения

Расчет необходимого количества светильников общего освещения в помещениях производится по формуле (при высоте подвеса светильников 1 м над освещаемой поверхностью)

$$n = \frac{lbE_m k}{\Phi} \quad \text{или} \quad n = \frac{SE_m k}{\Phi}$$

где ***n*** — количество светильников, шт.; ***k*** — коэффициент, учитывающий цвет и тон стен, потолка и пола (1,5—2,5); ***l*** — длина помещения, м; ***b*** — ширина помещения, м; ***E<sub>m</sub>*** — заданная освещенность ЛК; ***Φ*** — световой поток источников света одного светильника ЛМ.

Уровень (величина) освещенности зависит от высоты подвеса светильников и убывает пропорционально квадрату ее изменения.

Поэтому количество светильников необходимо увеличивать пропорционально квадрату изменения высоты подвеса.

Например для рабочей поверхности высотой 0,8 м и при высоте подвеса светильников 2,5 м от пола, т.е. когда расстояние от освещаемой плоскости до светильников равно 2,5 - 0,8 = 1,7 м, их количество должно быть увеличено в три раза ( $1,7^2 = 2,89 = 3$ ).

### Пример расчёта освещения комнаты отдыха:

$4,3 = \frac{16 \times 200 \text{лк} \times 1,5}{730}$ , где площадь комнаты 16 м<sup>2</sup>, заданная освещенность 200лк, коэффициент 1,5, световой поток лампы накаливания мощностью 60 ватт — 750 лм

### Использование освещения для коррективы цветосприятия

**ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОЧЕГО МЕСТА ДЛЯ СОЗДАНИЯ КОМФОРТНЫХ ЗРИТЕЛЬНЫХ УСЛОВИЙ**

## Эргономические требования к освещению

Объект, как правило, освещается солнцем или искусственным источником света. При искусственном освещении зачастую используются цветковые фильтры, что существенно влияет на восприятие.

Различают точечный и рассеянный свет, прямое и отраженное рассеивание. Точечный свет излучается из одного источника. Рассеянный – прямой свет лампы с большой светящейся поверхностью. Отраженный свет – направленный к отражающей поверхности.

Окраска света различных источников зависит от спектрального состава излучаемого им светового потока. Различают – естественный свет, свет от ламп накаливания, газоразрядных ламп (трубок), люминесцентных ламп, ламп с парами ртути и натрия. Для характеристики цветности света вводится понятие температуры цвета.

**Дневной свет - самый лучший и самый дешевый источник освещения.** Его использование сокращает затраты на электричество, поэтому используйте больше дневного света. Распределение света по поверхности рабочего места может быть улучшено при более интенсивном использовании дневного света. Это в значительной степени поможет увеличить эффективность труда и сделает рабочее место более удобным. Так что:

1. Мойте окна и удаляйте препятствия на пути дневного света.
2. Для улучшения освещенности дневным светом смените рабочее место или передислоцируйте станки, столы и т.д.
3. Увеличьте размер окон и расположите их выше, чтобы воспользоваться преимуществом дневного света.
4. Разделите выключатели для различных электрических лампочек или для различных рядов лампочек таким образом, чтобы часть приборов можно было выключить, когда на рабочее место падает достаточное количество дневного света из окон.
5. Установите верхние люки из полупрозрачного материала через определенные интервалы. Люки могут быть установлены в существующей крыше простой заменой нескольких панелей крыши пластиковыми окнами.
6. Комбинируйте дневной свет с искусственным светом для улучшения освещения рабочего места.

7. Будьте осторожны, так как окна и потолочные люки пропускают тепло при жаркой погоде и вызывают переохлаждение в холодную погоду. В регионах с жарким климатом защищайте окна и проемы от прямых солнечных лучей.

Выбор цветов для окраски стен и потолков имеет большое значение, потому что различные цвета имеют различную отражательную способность.

**Окрашенные в светлые цвета стены и потолки экономят энергию, так как они способствуют большему освещению комнаты с меньшим количеством света, создают в комнатах больше комфорта.**

Поэтому:

1. Для того чтобы обеспечить адекватное отражение света, используйте для окраски потолков очень светлый цвет, например, белый (80-90% отражения), и слегка темнее - для окрашивания стен (50-85% отражения).
2. Избегайте больших различий в яркости окраски стен и потолков.
3. Не используйте глянцевых или сверкающих материалов или красок для оформления этих поверхностей, чтобы не было бликов.
4. Свет от осветительных приборов, направленных вверх, в комбинации с отраженным светом от светлого (белого) потолка создает правильное распределение основного освещения.
5. Чистите стены и потолки регулярно, по мере того как пыль и грязь скапливаются и «забирают» большое количество света.
6. Открытие пространства в верхней части осветительных приборов не только освещают потолок, но и обеспечивают лучшее распределение света и меньшее скопление грязи, чем осветительные приборы с закрытым верхом.

**Очень хорошо должны быть освещены коридор, ступеньки, настилы и другие места, где могут находиться люди.** Достаточное количество света в этих помещениях может предотвратить порчу материалов и продукции.

Чтобы улучшить освещение:

1. Помойте окна и светильники (лампы, крепеж, отражатели, плафоны), замените перегоревшие лампы и трубки на лестничных пролетах и настилах, в коридорах, хранилищах и других подсобных помещениях.
2. Удалите препятствия, которые мешают нормальному распределению света.
3. Переместите существующие светильники для лучшего освещения этих территорий. Проконсультировавшись с работниками, добавьте новые светильники.

4. Максимально используйте дневной свет, открывайте некоторые двери или вставляйте новые окна и люки.
5. Установите легкодоступные электрические переключатели около входов и выходов из коридоров и с лестничных площадок.
6. Окрасьте поверхности яркими красками, чтобы ступеньки и перепады высот были различимы.
7. Проверка освещенности помещений должна стать важной частью программы по улучшению условий и охраны труда.
8. Уровень освещения лестничных пролетов, коридоров, складских помещений может быть ниже, чем на производственных площадях, однако он должен быть достаточен для безопасного передвижения и транспортировки.
9. Избегайте автоматических выключателей, если лестничные пролеты регулярно используются или неожиданное отключение света может спровоцировать несчастный случай.

Более эффективно и комфортабельно работать в комнате, где яркость освещения более или менее постоянна. Важным моментом является подавление бликов, поскольку такое освещение раздражает и утомляет глаза. Оно даже генерирует некоторые странные эффекты, опасные для страдающих эпилепсией.

**Резкие тени на рабочей поверхности становятся причиной плохого качества производимой продукции, низкой производительности труда, напряжения глаз, усталости и иногда несчастных случаев. Устраните тени.**

Для этого:

1. Устраните отдельные источники яркого света. Они не экономичны и вносят диссонанс в равномерное освещение рабочего места.
2. Оцените, сможет ли изменение высоты или расположения некоторых существующих светильников, добавление дополнительных светильников улучшить освещение так, чтобы создать более равномерное освещение рабочего места.
3. Если это возможно, одновременно используйте освещение дневным светом из окон. Например, установите разные выключатели для ламп, находящихся рядом с окном, и для ламп, находящихся вдали от окон. В этом случае светильники около окон могут быть выключены, если дневного света достаточно.

4. Устраните зоны теней за счет хорошего распределения света и отражения от стен и потолков, а также за счет улучшения организации производственного цикла на рабочем месте.
5. Смените вышедшие из строя мигающие флюоресцентные лампы. Если необходимо, используйте вместо флюоресцентных ламп лампы накаливания.
6. Очень важно не полагаться полностью на электрическое освещение. В значительной мере поможет правильная комбинация различных источников освещения. Надлежащим образом используйте дневной свет, отражение от стен и потолков. Комбинируйте общее и местное освещение.
7. Для того чтобы достичь равномерного освещения, сочетайте прямой и отраженный свет, это даст наилучшую видимость.
8. Для того чтобы избежать стробоскопического эффекта флюоресцентных ламп, который раздражает рабочих, надо использовать высококачественный флюоресцентные трубки или трехфазные соединения с различными флюоресцентными трубками. Если ничего не помогает, постарайтесь закрыть оба конца трубок на десять сантиметров с каждой стороны, чтобы скрыть мерцание на концах.
9. Для главного освещения общим правилом является следующее: чем выше светильники, тем лучше однородность и дисперсия света.

**Достаточное количество света снижает количество ошибок, а также риск возникновения несчастных случаев.**

Для улучшения освещения: 1. Устраивайте достаточное освещения рабочего места, исходя из того, что придется выполнять.

2. Измените расположение ламп и углы падения света на предметы. Можно попытаться изменить расположение рабочего места, чтобы получить лучшее освещение от уже существующих ламп.
3. Необходимо учесть, что чем старше работник, тем больше света ему требуется.
4. Уровень освещения также зависит от времени. Чем мобильнее задача, тем большие требования предъявляют к освещению.
5. Меняйте перегоревшие лампы накаливания и трубки.
6. Рекомендуются регулярные проверки зрения как часть программы по охране здоровья рабочих.

**Правильно установленные местные светильники существенно повышают безопасность и эффективность точной работы и работы по проверке качества.**

Для этого:

1. Располагайте светильники рядом или непосредственно над местом, где выполняется работа. Местные светильники, снабженные надлежащим экраном, должны находиться в такой позиции, чтобы они не создавали бликов и раздражающих теней. При местном освещении нельзя использовать лампы накаливания без кожухов.
2. Старайтесь использовать мобильней местное освещение, приспособленное на задуманную позицию.
3. Используйте местные светильники, которые легко чистить и ремонтировать.
4. Используйте лампы или трубки дневного освещения для заданий, требующих распознавания цветов.
5. Удостоверьтесь, что местное освещение не ограничивает зону обзора специалиста.
6. Монтируйте светильники на жесткой изолированной поверхности.
7. Окрашивайте внутреннюю поверхность кожухов для ламп местного освещения в темный матовый цвет для защиты от рефлексии.
8. Лампы накаливания выделяют тепло в местных светильниках, поэтому лучше использовать флюоресцентные лампы .

Яркий свет при работе - причина дискомфорта, раздражения и усталости глаз. Он также снижает производительность труда рабочего, качество продукции. Существуют средства для устранения яркого света.

**Устранение яркого света, а также непрямого отраженного яркого света снижает количество жалоб рабочих и позволяет использовать машины эффективно.**

Поэтому:

1. Располагайте дисплейные экраны или панели так, чтобы на них не падал прямой свет из окна, или, наоборот, чтобы окно не находилось прямо за ними, для того, чтобы снизить эффект прямого воздействия ярких солнечных лучей.
2. Не располагайте открытых источников света в поле видимости рабочего места.

3. Расположите рабочие места, на которых находятся экраны дисплеев, между рядами ламп верхнего света так, чтобы светильники не находились прямо над рабочей станцией и чтобы линия, соединяющая глаз оператора с экраном, была параллельна ряду верхних светильников.
4. Используйте занавески, ширмы, разделители или настольные экраны.
5. Монтируйте локальные светильники достаточно низко. Хорошо закрывайте их кожухом, чтобы исключить попадание яркого света в глаза.
6. Рабочие должны находиться лицом к источнику света, а не развернувшись к нему боком или спиной.
7. Замените прозрачное оконное стекло полупрозрачным.
8. Устраните отвлекающее отражение и яркий свет. Убедитесь, что света для выполнения задач при этом достаточно.
9. Используйте поверхности стен, потолков и пола со средней отражающей способностью и низким контрастом.
10. Отраженный от потолка свет помогает устранить блики и минимизировать излишнюю яркость.

Удалите из поля зрения блестящие поверхности, для того чтобы устранить эффект слепящего отражения. **Дискомфорт и раздражение от яркого света не прекращаются даже после окончания работы и вызывают усталость и приводят к низкой производительности.**

Поэтому:

1. Сменив позицию источника света, можно сократить отражение от полированных или стеклянных поверхностей оборудования.
2. Столы и рабочие поверхности должны быть матовыми.
3. Снизьте уровень яркости света.
4. Сделайте ярче фон, непосредственно расположенный за рабочим столом, окрасив его в светлые тона.
5. Для старших рабочих нужно создать хорошее освещение и полностью исключить яркий свет.
6. Найдите лучшее положение, исключая воздействие на глаза яркого света.

**Рабочие, производящие ответственную сборку или точную работу, могут быть серьезно отвлечены операциями, которые производятся по соседству, такими, как передвижение машин или механизмов машин или движение рук подсобного рабочего, сидящего напротив.** Предотвратить такого рода отвлечения просто.

Для этого:

1. Расположите экран, создающий фон за местом операции так, чтобы ничего не отвлекало взгляд.
2. Установите разграничители между соседними рабочими местами.
3. При необходимости видеть очертания трудноразличимых предметов используйте лист стекла или пластика с диффузионным напылением, который подсвечен с другой стороны лампочками или отражателями.
4. Избегайте теней, отбрасываемых на объект, на ярком фоне.
5. Избегайте продолжительной работы в изолированном световом пространстве посреди затемненной территории.
6. Установленные на столе перегородки должны быть достаточно низкими для осуществления визуального и вербального контакта между рабочими.

Лампы накаливания – температурные излучатели, в нем хуже цветопередача синего и зеленого цветов.

Лампы накаливания дневного света – лампы со слегка окрашенным синим баллоном. Недостаток – теряет часть световой энергии.

Газоразрядные лампы – со смесью неона, аргона и паров ртути (красный свет), излучает от 600 и 800 нм.

Люминесцентные лампы, - возбуждающие пары ртути, испускающие ультрафиолетовый свет. При нем неразличимы желтые и красные цвета. Покрывают люминофором внутренние стенки, отчего свет становится более благоприятный.

Ртутные лампы – газоразрядные лампы, пригодны для освещения улиц, цехов.

Натриевые лампы излучают преимущественно желтый цвет. Увеличивает контраст и повышает остроту зрения. Используется при установлении производственных дефектов.

Свойства цвета ламп в помещениях:

1. Нейтральный белый W – сходен с дневным.
2. Желто-белый свет G – создает впечатление теплоты, но в сочетании с дневным, вызывает впечатление сумерек.
3. Теплый свет I – в нем большая доля красного, поэтому хороша для освещения жилых и общественных помещениях более пригодны для мясных магазинов и булочных.

4. Дневной свет – удобен для освещения рабочего места, но не должен превышать 250 лк.

Таблица 1 - Изменение цветового тона и яркости при искусственном освещении

| <b>Цвет</b> | <b>Изменение цветового тона</b> | <b>Изменение яркости</b> |
|-------------|---------------------------------|--------------------------|
| Красный     | Становится более насыщенным     | Усиливается              |
| Оранжевый   | Краснеет                        | Усиливается              |
| Желтый      | Белеет                          | Усиливается              |
| Голубой     | Зеленеет                        | Уменьшается              |
| Синий       | Теряет насыщенность             | Уменьшается              |
| Фиолетовый  | Краснеет в сторону пурпурного   | Уменьшается              |

Для коррекции цветовосприятия необходимо запомнить следующее:

- чем сильнее естественный свет, тем ярче и звонче любой цвет;
- предмет того же цвета, что и освещение, становится ярче. Данное явление широко используют при оформлении экспозиций - в этом случае наиболее эффективно применение светофильтров. Например, красные предметы при красном освещении выглядят очень яркими, а при зеленом - очень темными, почти черными;
- белый всегда «вбирает» в себя цвет освещения. Белые объекты в красном свете выглядят красноватыми, в зеленом - зеленоватыми и т.д.;
- свет отражается сильнее (предметы выглядят ярче), если лучи падают отвесно, а не под углом;
- при удалении наблюдается изменение цвета: на расстоянии все предметы кажутся голубоватыми. С увеличением расстояния светлые предметы несколько темнеют, а темные смягчаются и светлеют. Следует иметь в виду, что удачное освещение или умелая, целенаправленная подсветка могут дать дополнительный эффект;
- при искусственном освещении происходит изменение цветового тона предметов. Например, белые, серые и зеленые объекты желтеют; синие - темнеют и краснеют; тени предметов резко очерчены; предметы, находящиеся в тени, плохо различимы по цвету (таблица 1);
- темная отделка помещений снижает освещенность в среднем на 20-40% - в зависимости от варианта освещения: прямое - до 20%, равномерное рассеянное - до 30%, отраженное - до 40%;[4]

Литература:

1. Безопасность жизнедеятельности: Учебное пособие. Ч.2 /Е.А. Резчиков, В.Б. Носов, Э.П. Пышкина, Е.Г. Щербак, Н.С. Чверткин /Под редакцией Е.А. Резчикова. М.: МГИУ, - 2002, с.111-114.
2. Девисилов В.А. Охрана труда: Учебник для ВУЗов. - М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2003, с. 268-275.
3. Долин П.А. Справочник по технике безопасности. М., Энергоиздат, - 1999, с. 71.
4. Иванов Б.С. Человек и среда обитания: Учебное пособие, М.: МГИУ, - 2005, с.12.
5. Охрана труда в машиностроении: Учебник /Под редакцией Е.Я. Юдина и С.В. Белова, М. - 1983, с. 67-73.
6. Охрана труда в промышленности./ Г. В. Макаров, А. Я. Ясин. 2003, с. 104, 128.
7. Практикум по инженерной психологии и эргономике [Текст] : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению и специальностям психологии / под ред. Ю. К. Стрелкова. - М. : Академия, 2003. - 396 с.
8. Техника высоких напряжений. Учебник для студентов электротехнических и электроэнергетических специальностей вузов. Под общей ред. Д.В. Разевига. Изд. 2-е, перераб. и доп. М., Энергия, 2000 г, с. 73-74.
9. Мунипов, В. М. Эргономика: человеко-ориентирование проектирование техники, программных средств и среды [Текст] : учеб. для студентов вузов / М. Мунипов, В.П. Зинченко. - М. : Логос, 2001. - 356 с.

Рекомендуемая литература:

1. Издательства Лань - <http://e.lanbook.com/> ЭБС  
Искусственные источники света. Светотехническое оборудование.  
рекомендуемая литература  
<http://ruseti.ru/dizain/ergonomika6.html>
- 2.Одегов, Юрий Геннадьевич. Эргономика : Учебник и практикум / Одегов Ю.Г., Кулапов М.Н., Сидорова В.Н. - Электрон. дан. - М : Издательство Юрайт, 2018. - 157. - (Бакалавр. Академический курс). - 1-е издание. - ISBN 978-5-9916-8258-9 : 349.00.<http://www.biblio-online.ru/book/F46ACD16-4BEF-436A-A571-86EB022C3A0F>

Климов, Евгений Александрович.

3. Психология труда, инженерная психология и эргономика в 2 ч. часть 2 : Учебник / Климов Е.А. - отв. ред., Носкова О.Г. - отв. ред., Солнцева Г.Н. - отв. ред. - Электрон. дан. - М : Издательство Юрайт, 2018. - 186. - (Бакалавр. Академический курс). - 1-е издание. – ISBN 978-5-534-00131-0 : 489.00.  
<http://www.biblio-online.ru/book/DF3CACA0-C33D-4A5C-9896-1E6853903A32>

4. Климов, Евгений Александрович. Инженерная психология и эргономика : Учебник / Климов Е.А. - отв. ред., Носкова О.Г. - отв. ред., Солнцева Г.Н. - отв. ред. - Электрон. дан. - М : Издательство Юрайт, 2018. - 178. - (Бакалавр. Академический курс. Модуль.). - 1-е издание. - ISBN 978-5-534-00906-4 : 479.00.  
<http://www.biblio-online.ru/book/A97E5556-E641-49B0-869E-871175455D44>