

СВЕТОВАЯ СРЕДА И ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОСВЕЩЕНИЕ

Учебное пособие

по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности»

Иваново

2018

Министерство образования и науки Российской Федерации
Ивановский государственный химико-технологический университет

СВЕТОВАЯ СРЕДА И ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОСВЕЩЕНИЕ

Учебное пособие
по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности»

Иваново 2018

УДК 658.34:628.9(07)

Авторы:

И.А. Кузьмина, А.П. Куприяновская, Н.В. Тукумова, А.С. Гущина, О.В. Кашина, А.В. Невский

Световая среда и производственное освещение: учебное пособие по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности» / [И.А. Кузьмина и др.] ; Иван. гос. хим.-технол. ун-т.- Иваново, 2018.- 89 с.

В учебном пособии приведены теоретические основы, задания к лабораторным работам, варианты задач по теме: «Световая среда и производственное освещение», которая является одним из изучаемых модулей дисциплины «Безопасность жизнедеятельности».

Целями обучения студентов по разделу «Производственное освещение» являются: изучить принципы определения уровня зрительного напряжения, освоить методику оценки соответствия уровня освещения рабочего места санитарно-гигиеническим требованиям, научиться проводить оценку условий труда на рабочем месте по фактору «световая среда».

Предназначено для бакалавриата очной и заочной форм обучения по всем направлениям подготовки студентов ИГХТУ, может быть рекомендовано при подготовке раздела «Охрана труда» в выпускных квалификационных работах бакалавров.

Печатается по решению редакционно-издательского совета Ивановского государственного химико-технологического университета

Рецензенты:

доктор медицинских наук В.Л. Стародумов

(Ивановская государственная медицинская академия);

кандидат технических наук Н.М. Махов

(Ивановский государственный политехнический университет)

© ФГБОУ ВО «Ивановский государственный химико-технологический университет», 2018

1. ВВЕДЕНИЕ

Свет является естественным условием жизнедеятельности человека. Он оказывает положительное влияние на эмоциональное состояние человека, воздействует на обмен веществ, сердечно-сосудистую и нервно-психологическую системы, является важным стимулятором не только зрительного анализатора, но и организма в целом. Более 80 % всей информации о внешней среде поступает в мозг человека через глаза.

Видимое излучение (свет) – участок общего электромагнитного спектра, непосредственно вызывающий зрительное ощущение, состоящий из 7 основных цветов (рис. 1, табл.1). Видимые излучения обычно измеряют в нанометрах ($1 \text{ нм} = 1 \times 10^{-9} \text{ м}$). Чувствительность глаза максимальна в зеленой области спектра при длине волны $\lambda = 554 \text{ нм}$.

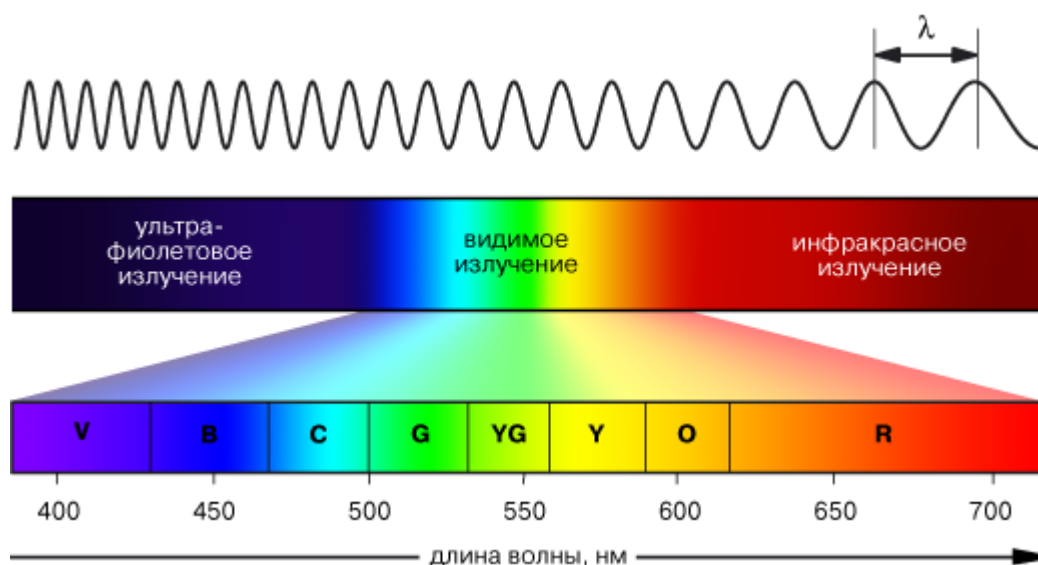


Рис. 1. Соотношение цветовой гаммы и длин волн

Таблица 1

Соотношение цветовой гаммы и длин волн

Цвет	Фиолетовый	Синий	Голубой	Зеленый	Желтый	Оранжевый	Красный
Длина волны, нм	380 - 440	440 - 480	480 - 510	510 - 550	550 - 585	585 - 620	620 - 780

Рациональное освещение производственных помещений оказывает положительное воздействие на работающих, способствует повышению производительности труда, обеспечению его безопасности и сохранению высокой работоспособности человека. Оптимизация производственного освещения повышает производительность труда на 10 –20%, способствует уменьшению брака на 20 % и снижению количества несчастных случаев на 30 %. При недостаточной освещенности и плохом качестве освещения состояние зрительных функций находится на низком исходном уровне, повышается утомление зрения в процессе выполнения работы, возрастает опасность травматизма. Установлено, что плохое освещение является причиной примерно 5 % несчастных случаев на предприятиях, а также глазных болезней, головных болей, быстрой утомляемости. С другой стороны, существует опасность отрицательного влияния на органы зрения слишком большой яркости источников света. Следствием этого может явиться временное нарушение зрительных функций глаза (явление слепимости). Восприятие видимого света и составляющих его цветовых компонентов оказывает опосредованное влияние на центральную нервную систему и тем самым на психическое состояние человека. Желтый, зеленый и оранжевый цвета оказывают благоприятное воздействие на настроение человека, а синий и фиолетовый - отрицательное. Установлено, что красный и оранжевый цвета возбуждают деятельность коры головного мозга, зеленый и желтый уравнивают процессы возбуждения и торможения в ней, синий тормозит нервно-психическую деятельность.

2. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1. Особенности работы зрительного анализатора

Системы чувствительных нервных образований, воспринимающих и анализирующих различные внешние и внутренние раздражения, называются анализаторами органов чувств.

Зрительный анализатор состоит из глазного яблока и проводящих путей — по ним картинка, зафиксированная глазом, подается в подкорковые центры, а потом и в кору мозга.

В целом выделяют три отдела зрительного анализатора:

- периферический – глаза;
- проводниковый – зрительный нерв;
- центральный – он находится в основном в затылочной части мозговой коры.

Глаз представляет собой сложную оптическую систему. Оптическая часть глаза включает в себя роговицу, радужную оболочку и двояковыпуклую линзу – хрусталик (рис 2).

Радужная оболочка находится непосредственно перед хрусталиком. Она имеет круглое отверстие для зрачка, регулирующего входящий в глаз световой поток. Хрусталик преломляет свет и создает на светочувствительной поверхности сетчатки, устилающей глазное дно, действительное, уменьшенное и обратное изображение фиксируемых глазом предметов. Сетчатка – мозговая ткань, которая позволяет реализовать функцию зрения. Она выглядит как тонкая оболочка, прилегающая по всей поверхности к сосудистой оболочке, и состоит из палочек, колбочек, нервных клеток. Свет, проникающий в глаз, воздействует на фотохимическое вещество элементов сетчатки и различает его. Палочки обладают высокой чувствительностью к излучениям в видимой области спектра. Колбочки обладают меньшей чувствительностью к излучениям, но работают при относительно высоких уровнях яркости и реагируют не только на свет, но и

на цветность, поэтому глаз обладает способностью видеть не только в дневное, но и в ночное и сумеречное время суток.

ОПТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ГЛАЗА

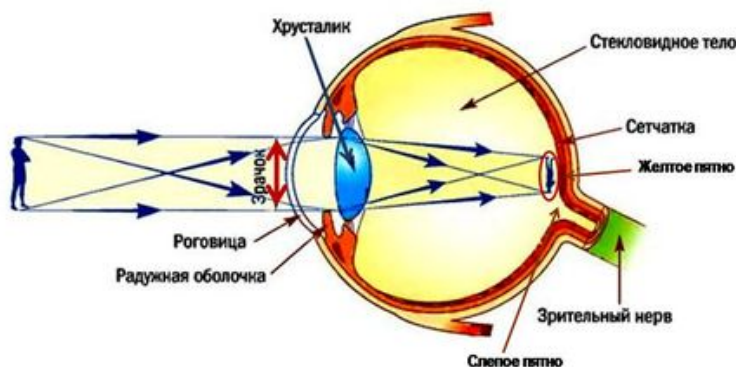


Рис. 2. Оптическая система глаза

2.2. Санитарно-гигиенические требования к освещению

В соответствии с санитарно-гигиеническими требованиями все постоянные рабочие места должны иметь как естественное, так и искусственное освещение. Значения показателей качества «световой среды» на рабочем месте должны быть не ниже величин соответствующих значений этих показателей, приведенных в [1]. Отсутствие естественного освещения на рабочих местах допускается лишь в исключительных случаях. Например, для тех рабочих мест, где по технологическим требованиям естественное освещение нежелательно, или в помещениях, где нет постоянных рабочих мест.

Естественное освещение подразделяется на боковое, когда солнечная радиация поступает в помещение через оконные световые проемы, *верхнее* (через световые проемы в кровле – светоаэрационные фонари и светопрозрачные крыши) *и комбинированное*: сочетание бокового и верхнего освещения. Естественное освещение в помещениях рекомендуется использовать для зрительных работ IV÷VIII разрядов. Для зрительных работ

I÷III разрядов должно предусматриваться *совмещенное освещение, т.е. сочетание естественного и искусственного освещения.*

Искусственное освещение подразделяется: на рабочее, аварийное и специальное (дежурное, охранное и др.).

Рабочее освещение следует предусматривать для всех помещений и зданий. Рабочее искусственное освещение подразделяется на общее и комбинированное, т.е. сочетание общего и местного освещения. Использование одного местного освещения – недопустимо.

Аварийное освещение разделяется на освещение безопасности и эвакуационное.

Освещение безопасности следует предусматривать 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;
- нарушение работы таких объектов, в которых недопустимо прекращение работы (диспетчерские пункты, насосные установки водоснабжения, электрические станции и т.д.).

Освещение безопасности должно создавать на рабочих поверхностях освещенность в размере 5 % от величины рабочего освещения, но не менее 2 лк внутри зданий и не менее 1 лк для территории предприятий.

Эвакуационное освещение в помещениях или в местах производства работ вне зданий следует предусматривать:

- в местах, опасных для прохода людей;
- проходах и на лестницах, служащих для эвакуации людей, при числе эвакуирующихся более 50 человек;
- производственных помещениях без естественного света и т. д.

Эвакуационное освещение должно обеспечивать наименьшую освещенность

в помещении на уровне пола не менее 0,5 лк, на открытых территориях – 0,2 лк.

2.3. Основные термины и определения

Световой поток (F) - это мощность лучистой энергии, оцениваемая по зрительному ощущению, которое она производит на человеческий глаз. За единицу светового потока принят люмен (лм).

Освещенность (E) - плотность светового потока на освещаемой поверхности:

$$E = \frac{dF}{dS}, \quad (1)$$

где dS – площадь поверхности, на которую падает световой поток. За единицу освещенности принят люкс (лк).

Сила света (I) - отношение светового потока к величине телесного угла (ω), в пределах которого он равномерно распределяется:

$$I = \frac{dF}{d\omega}. \quad (2)$$

За единицу силы света принята канделла (кд). 1 канделла - это сила света, испускаемая с поверхности полного излучателя площадью $1/6000000 \text{ м}^2$ в перпендикулярном направлении при температуре затвердевания платины (2046,65 К) при давлении 101325 Па.

Яркость поверхности (L_α) – отношение силы света, излучаемой поверхностью в данном направлении, к проекции светящейся поверхности, перпендикулярной данному направлению:

$$L_\alpha = \frac{dI}{dS \cos \alpha}. \quad (3)$$

За единицу измерения яркости принят кд/м² (нит).

Коэффициент естественной освещенности (КЕО) – отношение естественной освещенности, создаваемой в некоторой точке заданной плоскости внутри помещения светом неба (непосредственным или после отражения) – $E_{\text{вн}}$, к одновременному значению наружной горизонтальной

освещенности, создаваемой светом полностью открытого небосвода - $E_{сн}$, выраженное в процентах:

$$KEO = (E_{вн} / E_{сн}) \cdot 100, \% \quad (4)$$

Коэффициент светового климата (m) - коэффициент, учитывающий особенности светового климата.

Контраст объекта различения с фоном (K) - отношение абсолютной величины разности между яркостью объекта ($L_{об}$) и фона к яркости фона ($L_{ф}$):

$$K = \frac{L_{об} - L_{ф}}{L_{ф}} . \quad (5)$$

Коэффициент пульсации освещенности ($K_{п}$) - критерий оценки относительной глубины колебаний освещенности в результате изменения во времени светового потока источников искусственного света при питании их переменным током, измеряемый в процентах:

$$K_{п} = \frac{E_{MAX} - E_{МИН}}{2E_{СР}} 100, \quad (6)$$

где E_{max} и $E_{мин}$ – соответственно максимальное и минимальное значение освещенности за период ее колебания, лк;

$E_{СР}$ - среднее значение освещенности за период ее колебания, лк.

Показатель ослепленности (P) – критерий оценки слепящего действия осветительной установки.

Показатель дискомфорта (M) – критерий оценки дискомфортной блескости, вызывающей неприятные ощущения при неравномерном распределении яркостей в поле зрения. Этот показатель рассчитывается инженерным методом.

Требуемый уровень освещения определяется уровнем зрительного напряжения, который зависит от размера объекта различения, окраски фона и контраста объекта с фоном.

Объект различения - рассматриваемый предмет, отдельная часть или дефект, которые требуется различать в процессе работы.

Эквивалентный размер объекта различения – размер равнояркого круга на равноярком фоне, имеющий такой же пороговый контраст, что и объект различения при данной яркости фона.

Фон - это поверхность, на которой рассматривается объект различения. Он характеризуется коэффициентом отражения ($K_{отр}$).

При: $K_{отр} < 0,2$ фон - “темный”;
 $0,2 < K_{отр} < 0,4$ - “средний”;
 $K_{отр} > 0,4$ - “светлый”.

Контраст объекта различения с фоном (K) - отношение абсолютной величины разности между яркостью объекта ($L_{об}$) и фона ($L_{ф}$) к яркости фона:

$$K = \frac{L_{об} - L_{ф}}{L_{ф}} . \quad (7)$$

Контраст – большой при $K > 0,5$ (объект и фон резко различаются по яркости);

- средний при $0,2 < K \leq 0,5$ (объект и фон заметно отличаются по яркости);

- малый при $K < 0,2$ (объект и фон мало отличаются по яркости).

Стробоскопический эффект – явление искажения зрительного восприятия вращающихся, движущихся или сменяющихся объектов в мелькающем свете, возникающее при совпадении кратности частотных характеристик движения объектов и изменения светового потока во времени в осветительных установках, выполненных газоразрядными источниками света, питаемыми переменным током.

Неравномерность искусственного освещения характеризуется отношением максимальной освещенности к минимальной, значение которого не должно превышать: для работ I – III зрительных разрядов при люминесцентных лампах - 1,3; при других источниках света - 1,5; для работ разрядов IV – VII – 1,5 и 2,0, соответственно. Неравномерность

освещения допускается повышать до 3,0 в тех случаях, когда по технологии светильники общего освещения могут устанавливаться только на площадках, колоннах или стенах помещения.

2.4. Нормирование уровня освещения рабочих мест

Все многообразие зрительных работ разбито на восемь разрядов. К I разряду относятся самые напряженные зрительные работы, а к VIII – работы, требующие лишь общей ориентации в производственном помещении. *Разряд зрительных работ* зависит от зрительного напряжения, которое определяется наименьшим или эквивалентным размером объекта различения, расстоянием до глаз (I–VII разряды) или от того, как организована работа (VIII разряд).

Нормирование естественного и совмещенного освещения проводится по относительному показателю – коэффициенту естественной освещенности (КЕО (e), %), допускаемая величина которого определяется разрядом зрительных работ и системой освещения (боковое, верхнее, комбинированное). При нормировании естественного освещения необходимо также учитывать группу административного района по ресурсам светового климата, где располагается объект, и ориентированность окон по сторонам горизонта. Территория России разделена на пять групп административных районов по ресурсам светового климата. В [1] значения нормируемых показателей КЕО приведены для 1-й группы административных районов по световым ресурсам. Для зданий, расположенных в административных районах, относящихся по ресурсам светового климата к 2 – 5 группам (прил., табл. 2) нормативные значения КЕО следует уточнять по формуле:

$$e = e_n m, \quad (8)$$

где e – уточненное значение КЕО, %;

e_n – нормированное значение КЕО для 1-й группы административных районов, % по [1];

m - коэффициент светового климата (прил., табл. 3).

Нормирование искусственного освещения в производственных помещениях производится по абсолютной величине освещенности (E , лк) с учетом уровня зрительного напряжения и вида освещения (общее, комбинированное, общее в системе комбинированного). Зрительное напряжение при искусственном освещении определяется не только размерами различаемых объектов, но и окраской фона, контрастом между различаемым объектом и фоном, а также сочетанием нормируемых величин, характеризующих качество освещения: показателем ослепленности, коэффициентом пульсации и показателем дискомфорта.

2.5. Контроль параметров естественного и искусственного освещения

Контроль освещенности

Контроль уровня освещенности рабочих мест в производственном помещении проводят с помощью люксметра (рис. 3), принцип действия которого основан на фотоэффекте.



Рис. 3. Приборы контроля уровня освещенности и коэффициента пульсации освещенности на рабочих местах: а – люксметр; б – пульсметр-люксметр

При работе с люксметром необходимо соблюдать следующие требования:

- светочувствительный элемент прибора должен размещаться на рабочей поверхности в плоскости ее расположения (горизонтально, вертикально, наклонно);
- на измерительную головку люксметра не должны падать случайные тени от человека и оборудования;
- если рабочее место затемняется в процессе работы самим работающим или выступающими частями оборудования, то освещенность следует измерять в этих реальных условиях.

Естественное освещение

В соответствии с [1] при боковом одностороннем естественном освещении в помещении контроль освещенности рабочих мест осуществляется:

- в небольших помещениях – на расстоянии 1,2 м от наиболее удаленной от световых проемов стены на уровне условной рабочей поверхности;
- в крупногабаритных помещениях – на расстоянии от световых проемов, равном 1,5 высоты помещения.

При боковом двухстороннем освещении - в середине помещения.

При верхнем и комбинированном освещении устанавливается среднее значение КЕО в точках, расположенных на пересечении вертикальной плоскости характерного разреза помещения и условной рабочей поверхности.

Одновременно с измерением естественной освещенности внутри помещения ($E_{вн}$) проводят измерения освещенности на улице под полностью открытым небосводом ($E_{сн}$). По результатам измерений рассчитывают КЕО (формула 4). Измерения в каждой точке следует проводить не менее трех раз, затем полученные результаты усредняют.

Искусственное освещение

Измерение освещенности от установок искусственного освещения (ОУ) проводят в темное время суток, за исключением ОУ, расположенных в помещениях без естественного света.

При наличии протяженных рабочих поверхностей на каждой из них должно быть выбрано несколько контрольных точек, позволяющих оценить различные условия освещения.

При комбинированном освещении (общее и местное) рабочих мест вначале измеряют суммарную освещенность от светильников общего и местного освещения, затем светильники местного освещения отключают и измеряют освещенность от светильников общего освещения.

Контроль слепящего действия источников света

Слепящее действие, возникающее от прямой блескости источников света, оценивается показателем ослепленности (P), для расчета которого необходимо знать следующие параметры осветительных установок (ОУ):

- тип светильника (тип кривой света);
- тип и мощность ламп;
- высоту установки светильников над рабочей поверхностью;
- расстояние между рядами светильников и между светильниками в ряду;
- коэффициенты отражения рабочей поверхности, потолка, стен и пола.

Показатель ослепленности рассчитывают по формуле:

$$P = (0,1 P_{\text{табл}} K_{\text{л}} K_{\text{р}}) / K_{\text{отр}}, \quad (9)$$

где $P_{\text{табл}}$ - табличные значения показателя ослепленности.

Для светильников с люминесцентными лампами (значения $P_{\text{табл}}$ приведены в прил. табл. 15).

$K_{\text{л}}$ – коэффициент, учитывающий спектральный состав и яркость источников света (ИС) (прил., табл. 16);

K_p – коэффициент, учитывающий влияние отражающих свойств потолка, стен и пола. Изменяется в пределах от 0,8 до 1,0 (в расчетах принять равным 0,9);

$K_{отр}$ – коэффициент отражения рабочей поверхности (прил., табл. 6).

Контроль ограничения отраженной блескости

Для ограничения отраженной блескости регламентируется яркость рабочей поверхности в зависимости от ее площади (прил., табл. 17).

Измерение яркости необходимо для контроля уровня светового ощущения глаз человека. Недостаточная или избыточная яркость способна вызывать быструю утомляемость, ухудшение зрения и, как следствие, полную или частичную потерю работоспособности.

Яркость рабочей поверхности (L) в кд/м^2 может быть измерена люксметром-яркометром (рис. 4) в темное время суток при включенном рабочем освещении.



Рис. 4. Люксметр-яркометр

Принцип работы прибора заключается в преобразовании фотоприемным устройством оптического излучения в электрический сигнал с последующей цифровой индикацией числовых значений освещенности (лк) и яркости (кд/м^2).

Для измерения желаемой характеристики излучения необходимо расположить фотометрическую головку с зондом прибора в плоскости

измеряемого объекта. В случае измерения яркости экрана расположить фотометрическую головку с зондом прибора параллельно плоскости экрана на расстоянии 1-4 мм. Считать с жидкокристаллического дисплея измеренное значение яркости (освещенности).

Для диффузно отражающих поверхностей яркость может быть также рассчитана по формуле:

$$L = \frac{K_{отр} E}{\pi}, \quad (10)$$

где E – измеренная освещенность, лк;

$K_{отр}$ – коэффициент отражения рабочей поверхности.

При выполнении работ с поверхностями, обладающими направленным отражением или направленно-рассеянным (смешанным) отражением, т.е. блестящими, должны соблюдаться специальные приемы освещения (прил., табл. 18), которые заключаются, прежде всего, в ограничении яркости светящей поверхности и в правильном размещении светильников по отношению к рабочей поверхности и к глазу работающего.

Контроль коэффициента пульсации освещенности

Глубина пульсации освещенности в результате изменения во времени светового потока источников искусственного света оценивается коэффициентом пульсации освещенности $K_{П}$ (формула 6). В [1] регламентируется его допустимое максимальное значение.

Измеренный с помощью люксметра-пульсметра (рис. 3,б) коэффициент пульсации сравнивают с допустимым значением, приведенным в [1]. Если измеренный коэффициент пульсации не будет превышать допустимое значение, то по параметру $K_{П}$ освещение соответствует санитарно-гигиеническим требованиям.

Контроль требований по ограничению пульсации освещенности не требуется для помещений с периодическим пребыванием людей при отсутствии в них условий возникновения стробоскопического эффекта.

2.6. Оценка условий труда по фактору «световая среда»

Так как качество световой среды, длительно действующей на человека, определяется параметрами естественного и искусственного освещения, то выбор критериев оценки естественного и искусственного освещения должен быть произведен во взаимосвязи от измеренных величин КЕО, освещенности и контролируемых показателей качества освещения [2, 3].

При этом вначале следует определить класс условий труда по каждому показателю в соответствии с табл. 2.

Таблица 2

Классы условий труда в зависимости от параметров световой среды производственных помещений [2]

Фактор, показатель	Классы условий труда		
	допустимый 2 класс	вредный – 3 класс	
		1 степени 3.1	2 степени 3.2
ЕСТЕСТВЕННОЕ ОСВЕЩЕНИЕ: Коэффициент ест. освещен. (КЕО, %)	$\geq 0,6^*$	$0,1 - 0,6^{**}$	$< 0,1^{**}$
ИСКУССТВЕННОЕ ОСВЕЩЕНИЕ: Освещенность рабочей поверхности (Е, лк) для разрядов зрительных работ: I-IV, VII; V, VI, VIII-XIV Показатель ослепленности (Р, отн.ед.) Отраженная блескость Коэф. пульсации освещенности (К _П ,%)	E_H^{***} E_H^{***} P_H^{***} Отсутствие $K_{ПН}^{***}$	$0,5 E_H - E_H$ $< E_H$ $> P_H$ Наличие $> K_{ПН}$	$< 0,5 E_H$

Примечания:

* - Для первой группы административных районов по ресурсам светового климата (в соответствии с [1]).

** - При наличии мер по компенсации ультрафиолетовой недостаточности.

*** - Нормативные значения: освещенности (E_H), показателя ослепленности (P_H) и коэффициента пульсации ($K_{П}$) в соответствии с литературой [1].

Согласно [2]: **допустимые условия труда** (2 класс) характеризуются такими уровнями факторов среды и трудового процесса, которые не превышают установленных гигиенических нормативов для рабочих мест, а возможные изменения функционального состояния организма

восстанавливаются во время регламентированного отдыха или к началу следующей смены и не оказывают неблагоприятного действия в ближайшем и отдаленном периоде на состояние здоровья работников и их потомство. Допустимые условия труда условно относятся к безопасным.

Вредные условия труда (3 класс) характеризуются наличием вредных факторов, уровни которых превышают гигиенические нормативы и оказывают неблагоприятное действие на организм работника и/или его потомство.

1 степень 3 класса (3.1) – условия труда характеризуются такими отклонениями уровней вредных факторов от гигиенических нормативов, которые вызывают функциональные изменения, восстанавливающиеся, как правило, при более длительном (чем к началу следующей смены) прерывании контакта с вредными факторами и увеличивают риск повреждения здоровья;

2 степень 3 класса (3.2) – уровни вредных факторов, вызывающие стойкие функциональные изменения, приводящие в большинстве случаев к увеличению профессионально обусловленной заболеваемости (что может проявляться повышением уровня заболеваемости с временной утратой трудоспособности и, в первую очередь, теми болезнями, которые отражают состояние наиболее уязвимых для данных факторов органов и систем), появлению начальных признаков или легких форм профессиональных заболеваний (без потери профессиональной трудоспособности), возникающих после продолжительной экспозиции (часто после 15 и более лет).

По фактору «естественное освещение» рабочему месту классы присваиваются по показателю КЕО в следующем порядке:

- 1) при $КЕО > 0,6$ присваивается класс 2;
- 2) при $0,1 < КЕО < 0,6$ присваивается класс 3.1, при этом должны быть предусмотрены эффективные меры по профилактике ультрафиолетовой недостаточности;

3) при $0 < \text{КЕО} < 0,1$ присваивается класс 3.2 (профилактика ультрафиолетовой недостаточности отсутствует);

4) если рабочее место расположено в нескольких помещениях, в числе которых имеются помещения с естественным светом и без него, то класс присваивается с учетом времени работы в этих помещениях.

По фактору «искусственное освещение»

• По показателю «освещенность» класс условий труда присваивается в соответствии с табл. 2.

Если при системе комбинированного освещения суммарная освещенность не ниже нормативной, а составляющая общего освещения ниже нормативного уровня, присваивается класс 3.1.

• По показателям «коэффициент пульсации освещенности» и «показатель ослепленности» класс условий труда присваивается в следующем порядке:

1) если значения показателей не выше допустимых ($P \leq P_n$, $K_{п} \leq K_{пн}$), присваивается класс 2;

2) если значения показателей выше допустимых ($P > P_n$, $K_{п} > K_{пн}$) - класс 3.1.

• По показателю «отраженная блескость» присваивается:

1) класс 2, если отраженная блескость отсутствует или она есть, но приняты эффективные меры по ее ограничению;

2) класс 3.1, если при наличии отраженной блескости мероприятия по ее ограничению отсутствуют.

После присвоения классов по отдельным показателям искусственного освещения производится оценка по фактору «искусственное освещение» путем выбора параметра, имеющего наибольшую вредность. Оценка (класс) выносится в карту аттестации отдельной строкой «искусственное освещение».

Общая оценка условий труда в зависимости от параметров световой среды производится на основании оценок по «естественному» и

«искусственному освещению» путем выбора из них наибольшей оценки степени вредности.

2.7. Проектирование естественного освещения

Спроектировать естественное освещение - значит найти необходимую площадь световых проемов, удовлетворяющих санитарно-гигиеническим требованиям. Площадь оконных проемов (S_o , м²) находят по формуле:

$$S_o = \frac{S_{\text{п}} \cdot e \cdot K_3 \cdot \eta_o \cdot K_{\text{зд}}}{100 \tau_o \cdot r_1}, \quad (11)$$

где $S_{\text{п}}$ - площадь пола, м²;

e – нормированное значение коэффициента естественной освещенности, %.

Численное значение данного показателя выбирают по [1] в зависимости от разряда зрительной работы и вида освещения (прил., табл. 1). Для зданий, расположенных в административных районах, относящихся по ресурсам светового климата к 2 – 5 группам (прил., табл. 2) нормативные значения КЕО следует уточнить по формуле 8;

K_3 - коэффициент запаса. Его выбор зависит от уровня запыленности воздуха в помещении, он изменяется в пределах от 1,4 - для чистых до 2 – для запыленных помещений (прил., табл. 4);

η_o - световая характеристика окон, зависящая от геометрических размеров помещения, выбирается в соответствии с данными приложения (прил., табл. 10);

τ_o - общий коэффициент светопропускания окон. Он учитывает вид светопропускающего материала, вид переплета и вид несущих конструкций и покрытий, его значения меняются в интервале от 0,24 до 0,73;

r_1 - коэффициент, учитывающий повышение естественного освещения за счет света внутренних поверхностей помещения. При средневзвешенном

коэффициенте отражения $\rho_{cp} = 0,4$ от потолка, стен и пола r_1 изменяется в диапазоне от 1,1 до 2;

$K_{зд}$ - коэффициент, учитывающий затенение окон противостоящими зданиями. Он зависит от отношения расстояния между противостоящими зданиями – L к высоте противостоящего здания - $H_{зд}$ (прил., табл. 11).

В производственных помещениях со зрительной работой I-III разрядов следует предусматривать совмещенное освещение (естественное и искусственное). При этом в формулу (11) подставляется значение нормированного КЕО для совмещенного освещения [1].

После расчета S_o выбирают окна по литературе [6], причем выбранная площадь оконных проемов не должна отличаться от расчетной более чем на 10÷15 %.

Для существующего здания рассчитанную площадь оконных проемов (S_o) сравнивают с фактической ($S_{ф}$). При условии их равенства естественное освещение считается рационально организованным.

2.8. Проектирование искусственного освещения

Спроектировать или рассчитать искусственное освещение – значит найти количество и способ размещения осветительных приборов определенного типа, обеспечивающих нормируемое значение освещенности. Для проектирования искусственного освещения используются следующие методы:

1. Метод коэффициента использования светового потока

Этот метод предназначен для расчета общего равномерного освещения горизонтальных поверхностей в присутствии затемняющих предметов. При этом учитывается не только световой поток источников света, но и отраженный световой поток от стен, потолка, элементов оборудования, размеры помещения и тип светильников.

Расчет количества светильников для системы общего освещения (N) проводят по формуле:

$$N = \frac{E \cdot S_{\text{п}} \cdot Z \cdot K_3}{F \cdot \eta \cdot n}, \quad (12)$$

где E – нормированное значение освещенности для систем общего освещения, лк. E выбирается по [1] в зависимости от разряда зрительной работы, фона, контраста объекта с фоном, вида освещения (прил., табл. 1);

$S_{\text{п}}$ – площадь пола, м²;

Z – коэффициент, учитывающий равномерность освещения, изменяется от 1,1 до 1,5;

K_3 – коэффициент запаса. Его выбор зависит от уровня запыленности воздуха в помещении, он изменяется в пределах от 1,4 – для чистых до 2 – для запыленных помещений;

F – световой поток источника света (лм), зависящий от вида лампы и ее мощности. Значения светового потока для наиболее распространенных типов источников света различной мощности приведены в прил. табл. 12;

n – количество ламп в светильнике, шт;

η – коэффициент использования светового потока, в долях единицы; он зависит от типа светильника, индекса помещения – i , состояния потолка, стен и пола. Для наиболее распространенных типов светильников значения коэффициента η приведены в прил. табл. 13 в зависимости от средних условий отражения света от потолка ($\rho_{\text{п}}$), стен ($\rho_{\text{ст}}$) и пола ($\rho_{\text{р}}$) (прил., табл. 14).

Индекс помещения i рассчитывается по формуле:

$$i = (L_{\text{п}} \cdot B) / [h_1 \cdot (L_{\text{п}} + B)], \quad (13)$$

где $L_{\text{п}}$ – длина помещения, м;

B – глубина (ширина) помещения, м;

h_1 – высота от уровня условной рабочей поверхности до светильника:

$h_1 \approx H - 1$, где H – высота помещения.

При существующей системе общего искусственного освещения по формуле (12) рассчитывают величину освещенности (E), которую создает имеющаяся система освещения и сравнивают ее затем с нормативной величиной освещенности E_H . При условии $E \geq E_H$ освещенность считается достаточной, а при соответствии качественных показателей – коэффициента пульсации, показателя ослепленности и т.д. освещение соответствует санитарным требованиям. При условии $E < E_H$ освещенность является недостаточной, а выполнение зрительной работы при таком освещении может привести к ухудшению зрения.

2. Точечный метод

Точечным методом рассчитывают общее локализованное и общее равномерное освещение при значительных затемнениях, а также местное освещение. Основу точечного метода составляет уравнение (15). Учитывая, что расстояние от источника света до освещаемой поверхности (r) в этом уравнении можно связать с высотой подвеса светового прибора (h)

$$r=h/\cos\alpha, \quad (14)$$

где α - угол между наклоном луча и нормалью к поверхности, град.,

а также вводя коэффициент запаса K_3 , получается:

$$E=(I \cdot \cos^3 \alpha)/(K_3 \cdot h^2), \quad (15)$$

где I - сила света в направлении от источника к данной точке, кд.

Значения силы света можно определить графически по характеристикам светораспределения светильников [5].

3. Метод удельной мощности

Данный метод целесообразно использовать только для ориентировочных расчетов. Удельная мощность ($W_{уд}$, Вт/м²) - это отношение суммарной мощности ($P_{сум}$, Вт) всех ламп к площади освещаемой поверхности (S, м²):

$$W_{уд}=P_{сум}/S = P \cdot N/S, \quad (16)$$

где P – мощность одной лампы, Вт;

N – количество ламп.

Значения удельных мощностей указаны в справочниках по светотехнике [5], в зависимости от типа светового прибора, высоты его подвеса, площади пола и требуемой освещенности.

2.9. Источники искусственного света



Лампа накаливания

Это электрический источник света, состоящий из металлического цоколя с резьбой, прозрачной стеклянной колбы и вольфрамовой нити накаливания, чаще всего в виде спирали. За счет протекания электрического тока нить накаливается и излучает свет. Рабочие температуры нитей ламп накаливания лежат в пределах 2000—2800 °С. Чтобы исключить окисление тела накала при контакте с воздухом, его помещают в вакуумированную колбу, либо колбу, заполненную инертными газами (азотом, аргоном или криптоном). На освещение лампами накаливания расходуется только 10 – 5 % мощности, а остальные уходят на нагрев. Срок службы ламп накаливания – 1000 часов.

Достоинства:

- низкая цена;
- небольшие размеры;
- невысокая чувствительность к сбоям в питании и скачкам напряжения;
- мгновенное зажигание;
- незаметность мерцания при работе на переменном токе;
- непрерывный спектр излучения:
- резкие тени (как при солнечном освещении) благодаря малому размеру излучающего тела;

- не боятся низкой и повышенной температуры окружающей среды, устойчивы к конденсату;
- налаженность в массовом производстве;
- отсутствие токсичных компонентов и отсутствие необходимости по сбору и утилизации;
- отсутствие пускорегулирующей аппаратуры;
- возможность работы на любом роде тока;
- отсутствие гудения при работе на переменном токе;
- при работе не создаёт радиопомехи;
- устойчивость к электромагнитному импульсу;
- нечувствительность к ионизирующей радиации.

Недостатки:

- относительно малый срок службы (около 1000 часов);
- низкие КПД (порядка 10 %) и световая отдача;
- высокое потребление энергии;
- резкая зависимость световой отдачи и срока службы от напряжения;
- лампы накаливания представляют пожарную опасность. Солома, касающаяся поверхности лампы мощностью 60 Вт, вспыхивает примерно через 67 минут;
- при термоударе или разрыве нити под напряжением возможен взрыв баллона;
- нагрев частей лампы требует термостойкой арматуры светильников;
- хрупкость, чувствительность к удару и вибрации.



Галогенная лампа

По своей конструкции и принципу действия похожа на обычную лампу накаливания, то есть непосредственно источником света является

вольфрамовая нить, но в отличие от обычных лампочек эта нить помещена в специальную колбу, в которую добавлен буферный газ: пары галогенов (брома или иода или их соединений). В такой лампе испарившийся с поверхности тела накала металл вступает в соединение с галогенами и затем возвращается на поверхность нити за счёт температурного разложения получившегося соединения. Это позволяет существенно повысить светоотдачу и увеличить срок жизни лампы до 2000—3000 часов.

Достоинства:

- спектр свечения галогенной лампы, в отличие от обычной лампы накаливания, близок к солнечному, что благотворно влияет на зрение;
- компактность;
- цветопередача. Их непрерывный спектр близок к спектру абсолютно черного тела с температурой 2800-3000 К - их свет подчёркивает теплые тона;
- увеличение срока службы и повышение эффективности (КПД) по сравнению с лампами накаливания.

Недостатки:

Существенным недостатком галогенных ламп является низкочастотный шум при использовании их в сети переменного тока совместно с диммером.



Люминесцентная лампа

Люминесцентная лампа (газоразрядная лампа низкого давления) или как ее еще часто называют "энергосберегающая" относится к более современному типу ламп с более низким уровнем потребления электроэнергии. Люминесцентные лампы в производственных и офисных

помещениях используются чаще всего в виде широко известных "трубок". Люминесцентная лампа - это газоразрядный источник света, в котором электрический разряд в парах ртути создает ультрафиолетовое излучение, которое преобразовывается в видимый свет с помощью люминофора. Энергоэффективность этих ламп примерно в 5 раз выше, чем у ламп накаливания, но при этом на 30-40% ниже, чем у светодиодных ламп.

Достоинства:

- значительно большая светоотдача (люминесцентная лампа 20 Вт даёт освещённость как лампа накаливания на 100 Вт) и более высокий КПД;
- спектр люминесцентной лампы близок к естественному;
- разнообразие оттенков света;
- рассеянный свет;
- длительный срок службы (2000—20 000 часов), при условии обеспечения достаточного качества электропитания, балласта и соблюдения ограничений по числу включений и выключений.

Недостатки:

- химическая опасность (ЛЛ содержит ртуть в количестве от 10 мг до 1 г);
- необходимость сбора и утилизации ламп;
- неравномерный, линейчатый спектр, неприятный для глаз и вызывающий искажения цвета освещенных предметов;
- деградация люминофора со временем приводит к изменению спектра, уменьшению светоотдачи и, как следствие, понижению КПД ЛЛ;
- стробоскопический эффект;
- наличие дополнительного оборудования (громоздкий шумный дроссель с ненадежным стартером).



Светодиодная лампа

Светодиодная лампа - с точки зрения эволюции источников света, наиболее современный и энергоэффективный тип ламп. В качестве источника света используются светодиоды. **Светодиод** - это полупроводниковый прибор-кристалл, помещенный в прозрачный корпус. При подаче электрического тока на этот кристалл он излучает свет. В зависимости от типа кристалла свечение может быть разным: белым, синим, зеленым и т.д.

RGB-светодиоды. Их отличие заключается в том, что монохромный светодиод имеет один кристалл, запаянный в корпусе, а RGB-светодиоды состоят из трех кристаллов: красного, зеленого, синего в одном корпусе. При этом в зависимости от силы свечения каждого из трех цветов можно получить все цвета спектра, как например, при одинаковой яркости свечения красного и зеленого цвета в итоге получим желтый цвет, а при полном свечении всех трех светодиодов получается белый цвет свечения. И поэтому RGB-светодиоды называют полноцветными.

Достоинства:

- низкое энергопотребление и высокая светоотдача;
- долгий срок службы от 30000 до 50000 и более часов;
- простота установки;
- широкий выбор оттенков свечения спектра излучения видимого света;
- более низкая температура корпуса по сравнению с лампой накаливания, имеющей сравнимую яркость;
- высокая механическая прочность;
- небольшие габариты;
- полная экологическая безопасность позволяет сохранять окружающую среду, не требуя специальных условий по утилизации: не содержит ртути, её

производных и других ядовитых, вредных или опасных составляющих материалов и веществ.

Недостатки:

- высокая цена, но она окупается при дальнейшей эксплуатации;
- многие светодиодные лампы светят только в одном направлении.

В табл. 8 приложения представлена сравнительная характеристика параметров различных типов источников искусственного света. Сравнение соотношения светового потока, излучаемого различными типами ламп, к их мощности приведено в табл. 9 приложения.

Для оценки физиологического качества источников света используется понятие *цветовой температуры*. (Цветовая температура обозначается T_c и измеряется в кельвинах. Это характеристика хода интенсивности излучения источника света как функции длины волны в оптическом диапазоне. Цветовая температура определяется как температура абсолютно черного тела, при которой оно испускает излучение того же цветового тона, что и рассматриваемое излучение). Согласно стандарту МКО (международная комиссия по освещению), все источники света делятся на три следующие группы по цветности излучения:

- **тёплые: $T_c \leq 3000$ К;**
- **средние (нейтральные): $T_c = 3300...5300$ К;**
- **холодные: $T_c \geq 5300$ К.**

Лампы накаливания излучают желтоватый свет, отличный от дневного света, с цветовой температурой 2200—2900 К. В вечернее время «тёплый» свет более комфортен для человека. Считается, что холодный цвет лучше стимулирует умственную деятельность. На рис. 5 представлены диапазоны цветовых температур для различных типов источников света. Самый широкий диапазон цветовых температур у белых светодиодов.

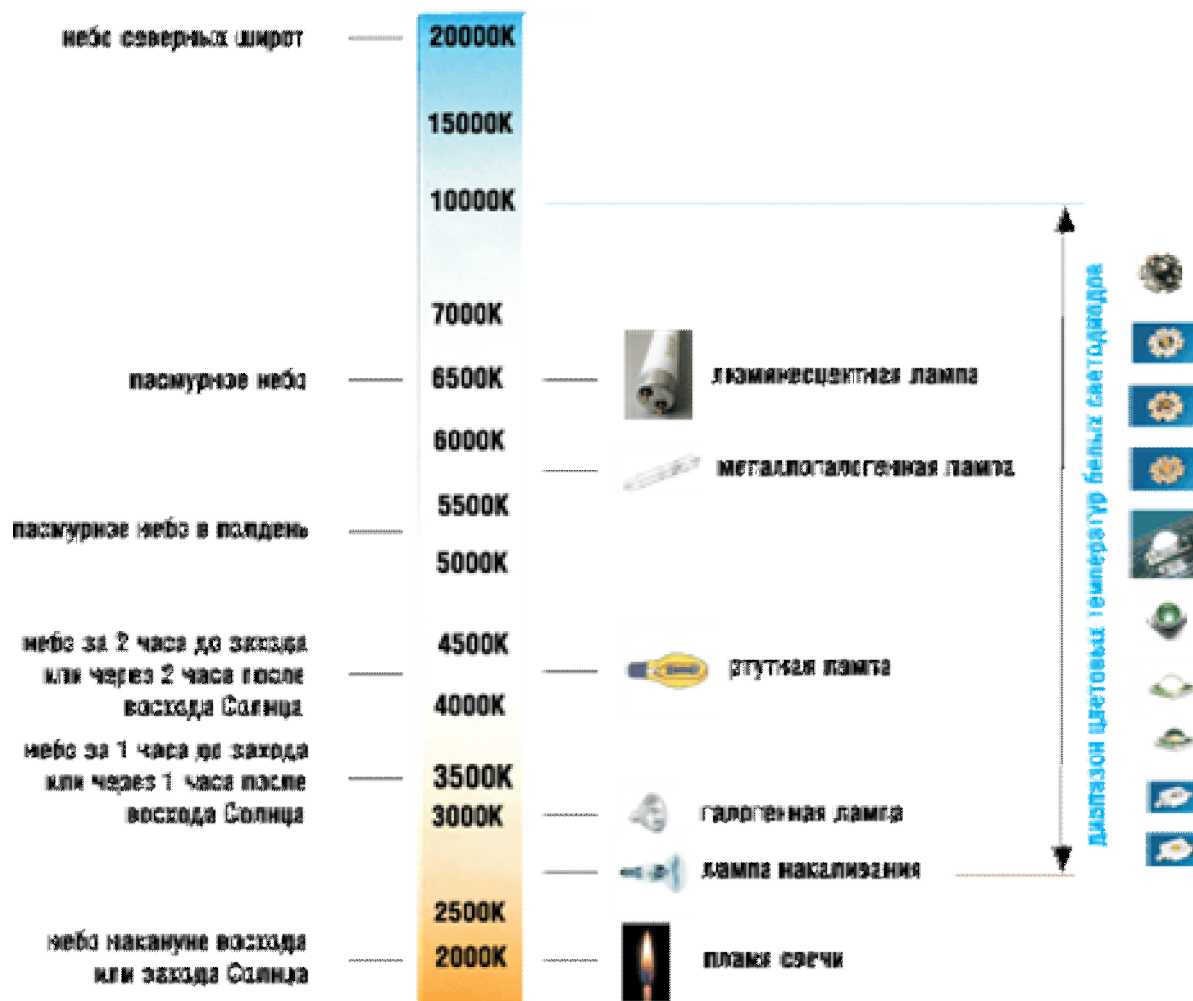


Рис. 5. Цветовые температуры для разных источников света

Для общего и местного освещения рекомендуется использовать источники света с цветовой температурой от 2400 К до 6800 К. Интенсивность ультрафиолетового излучения в диапазоне длин волн 320-400 нм не должна превышать 0,03 Вт/м². Наличие в спектре излучения длин волн менее 320 нм не допускается. Для общего освещения помещений следует использовать энергоэкономичные разрядные источники света и светодиоды со световой отдачей не менее 55лм/Вт, в соответствии с областью их применения.

2.10. Светильники

Светильники – это сочетание источника искусственного света и осветительной арматуры. Светильники направляют световой поток в сторону рабочей поверхности, защищают глаза от слепящего действия ламп, предохраняют лампы от механических повреждений и загрязнений, изолируют их от неблагоприятного воздействия внешней среды.

В зависимости от распределения светового потока в пространстве светильники подразделяются на три основных класса: прямого, рассеянного и отраженного света.

Светильники *прямого света* направляют в нижнюю полусферу не менее 80% всего светового потока. Их широко применяют для освещения производственных помещений.



Светильники *рассеянного света* направляют в каждую полусферу от 40 до 60% светового потока. Они обеспечивают хорошую равномерность освещения при полном отсутствии теней. Их применяют для освещения общественных зданий, читальных залов, аудиторий, чертежно-конструкторских бюро и т.п.

Светильники *отраженного света* направляют в верхнюю полусферу не менее 80% всего светового потока, обеспечивая мягкое освещение без резких теней. Их устанавливают в музеях, театрах, кинотеатрах и т.п. Для освещения производственных помещений не используются.

В зависимости от конструктивного исполнения различают светильники: открытые, защищенные, закрытые, пыленепроницаемые, влагозащитные, взрывозащищенные, взрывобезопасные.

Обозначения и область применения различных типов светильников даны в табл. 3, их изображения представлены на рис. 6.

Типы светильников и область их применения

Обозначения светильников			Область применения
для ламп накаливания, светодиодных, люминесцентных  типа	для люминесцентных и светодиодных ламп типа 	для дуговых ртутных ламп	
У, Уз, Гэ, Гс, Гк, С СО	ОДР, ОДОР, ЛОУ	Гс, Гк, Р, СОР, СЗ, СД	Прямого или преимущественно прямого света для производственных помещений открытые или со стеклом без уплотнения или с решеткой
УПМ, ГМП, ГСУ, Гк, У, СУ, СХМ	ПВЛМ, ПВЛ-6	ГсКР, ГкКР, СД, СЗ в исполнении РТС	Прямого или преимущественно прямого света для производственных помещений с уплотнением контактной полости без стекла или со стеклом без уплотнения
ФМ, ПУ, ПСХ, ППБ	ПЛУ, ПВЛ-1, ПВЛП	–	Рассеянного света для производственных помещений с замкнутым стеклом, пылезащищенного исполнения
СХ, ПГТ, ПНП	–	–	Рассеянного света для производственных помещений с замкнутым рассеивателем, пыленепроницаемого исполнения
П1, П2, ШМ	БЛ, БП, ПУ-37, УСП-1	–	Рассеянного света для непроизводственных помещений с замкнутым стеклом без уплотнения
Лц, ПМ-1, ПлК, СС-177, С-178, СК-300	ШОД, ЛПР, ПУ-65, ПУ-39, УСП-4, УСП-9, ПЛ-4, ПЛ-6	–	Для непроизводственных помещений с незамкнутым стеклом, кольцами, решетками
НВ-1, НВП-16, СВП,	ОВЛ, ВЛН, ВЛВ	–	Встроенные в потолок
БУН, ПУН, ЛцФ	–	–	Для непроизводственных помещений влагозащищенного исполнения
НЗБ, Н4Б	НОГЛ	–	Повышенной надежности против взрыва
ВЗГ, В4А	–	–	Взрывонепроницаемые

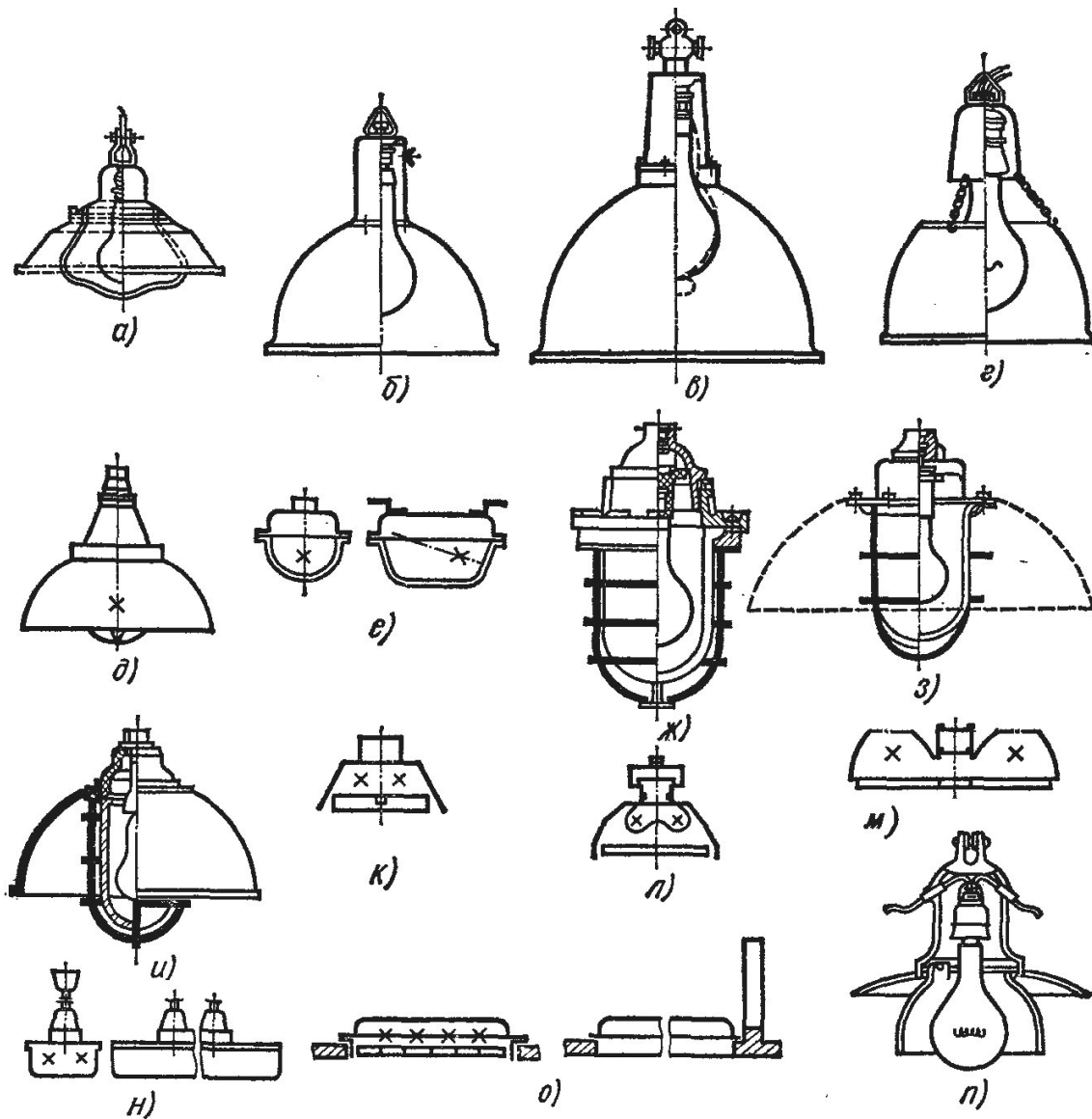


Рис. 6. Светильники:

а — «универсаль»; б — глубокоизлучатель эмалированный Гэ; в — глубокоизлучатель зеркальный Гк; г — широкоизлучатель СО; д — пыленепроницаемые ППР и ППД; е — пыленепроницаемые ПСХ-75; ж — взрывозащищенный ВЗГ; з — повышенной надежности против взрыва НЗБ — Н4Б; и — для химически активной среды СХ; к — люминесцентные ОД и ОДР (с решеткой); л — люминесцентные ЛД и ЛДР; м — люминесцентные ПУ; н — люминесцентные ПВЛ; о — люминесцентные ВЛО; п — для наружного освещения СПО-200

3. ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ

Работа №1. Оценка условия труда по фактору «световая среда».

Цель работы

Определение параметров освещения рабочих мест и установление их соответствия нормативным требованиям.

Задание

1. Определить уровень зрительного напряжения, разряд и подразряд зрительной работы, связанной с (*вид работы указывает преподаватель*):

- визуальным различением дефектов на ткани;
- пошивом текстильных изделий;
- корректорским контролем печатных знаков в тексте;
- со снятием показаний с контрольно-измерительных приборов;
- контролем равномерности укладки проволоки на катушке;
- оформлением отчета по лабораторной работе и т.д.

2. Установить допустимый уровень:

- общего и (или) комбинированного искусственного освещения, которое обеспечивается линиями светильников со светодиодными или люминесцентными лампами определенного типа (*тип ламп и тип светильника задается преподавателем*);
- естественного и (или) совмещенного освещения при выполнении работ, найденных выше зрительных разрядов.

3. Оценить соответствие искусственного (естественного, совмещенного) освещения рабочего места, где проводились указанные выше зрительные работы, санитарно-гигиеническим требованиям.

4. Определить класс условий труда по фактору «световая среда».

5. Сделать необходимые рекомендации по улучшению качества освещения рабочего места.

Порядок выполнения работы

1. Определить наименьший размер объекта различения, мм (толщина нити, проволоки, риски шкалы, буквы и т.п.).

2. По коэффициенту отражения фона (прил., табл. 7) установить характеристику фона:

при $K_{отр} < 0,2$ фон - “темный”;

$0,2 < K_{отр} < 0,4$ фон - “средний”;

$K_{отр} > 0,4$ фон - “светлый”.

3. Оценить контраст объекта различения с фоном (K):

– если объект и фон резко различаются по яркости – контраст большой ($K > 0,5$);

– объект и фон заметно отличаются по яркости – контраст средний ($0,2 \leq K \leq 0,5$);

– объект и фон мало отличаются по яркости – контраст малый ($K < 0,2$).

4. По величине наименьшего размера объекта различения установить разряд зрительной работы, а по характеристике фона и контрасту между объектом и фоном – подразряд зрительной работы в соответствии с [1] (прил., табл. 1).

5. Для найденных выше разрядов и подразрядов зрительных работ найти и занести в табл. 4:

– значения нормируемых параметров уровня искусственного освещения и его качественных показателей (прил., табл. 1);

– коэффициенты естественной освещенности для естественного и совмещенного освещения для первой группы административных районов по ресурсам светового климата (прил., табл. 1).

Результаты оценки уровня зрительного напряжения и требования к качеству
освещения рабочих мест

Характеристика зрительной работы	Наименьший размер объекта различения	Фон	Контраст	Разряд и подразряд зрительной работы	Искусственное освещение				КЕО ¹ , % (при боковом освещении)			
					Освещенность для общего освещения Е, лк		Коэффициент пульсации К _п , %		Естественное освещение		Совмещенное освещение	
					норма	измер	норма	измер	норма (уточненное знач.)	измер	норма	

6. По формуле 8 (разд. 2.4) с учетом группы административного района по ресурсам светового климата и коэффициента светового климата (прил., табл. 2 и 3) рассчитать уточненное значение КЕО. Полученное значение занести в табл. 4.

7. Для оценки соответствия искусственного освещения санитарно-гигиеническим требованиям на рабочем месте, где выполняется указанный в задании вид зрительной работы:

- пульсметром-люксметром измерить величины освещенности (Е, лк) и коэффициента пульсации освещенности (К_п, %);
- рассчитать показатель ослепленности (Р) (формула 9).

8. Для оценки соответствия естественного (совмещенного) освещения санитарно-гигиеническим требованиям люксметром измерить величину естественной освещенности непосредственно на рабочем месте и на улице, под открытым небосводом. По формуле 4 рассчитать значение КЕО.

9. Сравнить измеренные показатели с нормативными величинами, приведенными в табл. 4, и сделать вывод о допустимости выполнения работ найденных зрительных разрядов (подразрядов) по санитарно-гигиеническим требованиям.

10. Оценить класс условий труда по фактору «естественное освещение» или «искусственное освещение» (раздел. 2.6, табл. 2).

11. Дать общую оценку условий труда по фактору «световая среда» на данном рабочем месте (раздел 2.6).

12. В случае необходимости дать рекомендации по улучшению качества освещения рабочего места.

Работа №2. Проведение аттестации рабочего места по фактору «искусственное освещение» в условном помещении цеха промышленного предприятия.

Цель работы

Измерение и расчет параметров искусственного освещения на рабочем месте и определение влияния на величину освещенности окраски стен в помещении.

Задание

1. В помещении, *указанном преподавателем*, определить:

- уровень искусственного освещения, которое обеспечивается линиями светильников с люминесцентными или светодиодными лампами определенного типа (*тип ламп и тип светильника задается преподавателем*);

- коэффициент пульсации освещенности и показатель ослепленности.

2. Установить разряд и подразряд зрительной работы, выполняемой в данном помещении.

3. Провести аттестацию рабочих мест в помещении по фактору «искусственное освещение». Дать оценку класса условий труда по фактору «искусственное освещение» и соответствующие рекомендации.

4. Установить влияние окраски стен в помещении на коэффициент пульсации освещенности и величину освещенности конкретного рабочего места. Полученные результаты сравнить с нормируемыми значениями для заданного вида помещений.

7. Провести аттестацию рабочих мест, установить класс условий труда по фактору «искусственное освещение» и дать свои рекомендации.

8. Для определения влияния окраски стен на уровень освещенности на рабочем месте (*по заданию преподавателя*) поставить «мини-модель помещения», в которой одна сторона стен имеет белый цвет, а другая - черный. Измерить величину освещенности и коэффициента пульсации при белых стенах и при черных. Объяснить разницу в измеренных значениях освещенности (Е, лк).

Работа №3. Проведение аттестации рабочего места по фактору «естественное освещение» в помещении лаборатории.

Цель работы

Измерение и расчет параметров естественного и совмещенного освещения на рабочем месте и оценка их соответствия нормативным требованиям.

Задание

1. Установить, как изменяется уровень естественного освещения при удалении рабочего места от окна.

2. Определить, можно ли выполнять работы I (II, III) и IV (V, VI, VII, VIII) зрительных разрядов на рабочем месте, находящемся на расстоянии 1, 2, 3, 4 и 5 метров от окна при естественном и совмещенном освещении.

3. Провести оценку класса условий труда по фактору «естественное освещение» на рабочих местах для заданных разрядов зрительных работ.

4. Рассчитать минимальную площадь оконных проемов, которая бы обеспечила требуемый уровень естественного и совмещенного освещения для выполнения V (IV, VI, VII, VIII) разряда зрительной работы.

Порядок выполнения работы

1. Выбрать характерный вертикальный разрез помещения, в котором будет контролироваться уровень естественного и совмещенного освещения и с помощью люксметра провести измерение освещенности (Е, лк) в точках,

расположенных на расстоянии 1, 2, 3, 4 и 5 метров от окна на уровне условной рабочей поверхности (0,8 – 1,0 м от уровня пола). Результаты контроля освещенности занести в табл. 6.

2. Измерить освещенность на улице под открытым небосводом и по формуле 4 рассчитать КЕО (e , %) для каждой контролируемой точки в помещении. Данные занести в табл. 6.

3. Построить график зависимости $КЕО = f(L)$, где КЕО – рассчитанные значения коэффициента естественной освещенности для естественного освещения, %, L – глубина помещения, м.

Сделать вывод, как изменяется величина КЕО при боковом естественном освещении по мере удаления рабочего места от окна.

4. Найти нормативные значения КЕО (e_n) для I (II, III) и IV (V, VI, VII, VIII) разрядов зрительных работ для бокового естественного и совмещенного освещения (прил., табл. 1).

5. Определить уточненные, нормативные значения КЕО ($e_{ут}$) для бокового естественного освещения с учетом группы административных районов по ресурсам светового климата для заданных разрядов зрительных работ с учетом, что окна в помещении ориентированы на северо-запад (формула 8).

6. Для каждого рабочего места провести сравнение найденных величин КЕО с уточненным нормативным значением и сделать вывод об их соответствии санитарно-гигиеническим требованиям.

7. По всем рассчитанным значениям КЕО (п. 3) установить классы условий труда по фактору «естественное освещение» и дать соответствующие рекомендации.

Показатели естественного и совмещенного освещения и результаты оценки
класса условий труда

L, м	E, лк	$e_{изм.},$ %	Естественное освещение				Совмещенное освещение			
			Разряд зрительной работы				Разряд зрительной работы			
			I (II, III)		IV (V, VI, VII, VIII)		I (II, III)		IV (V, VI, VII, VIII)	
			$e_n,$ ($e_{ут.}$), %	класс усл. труда	$e_n,$ ($e_{ут.}$), %	класс усл. труда	$e_n,$ %	класс усл. труда	$e_n,$ %	класс усл. труда
0										
1										
2										
3										
4										
5										
под открытым небосводом										

8. По формуле 11 рассчитать минимальную площадь оконных проемов (S_{min}), которая необходима для обеспечения требуемого уровня освещения:

- естественного освещения (S_{min1}) для выполнения IV (V, VI, VII, VIII) разряда зрительной работы;
- совмещенного освещения (S_{min2}) для выполнения I (II, III, IV, V, VI, VII, VIII) разряда зрительной работы.

В расчетах принять:

- длину помещения (L_n) равной 12 м, глубину помещения (B) равной 6 м;
- высоту помещения (h_1) от уровня условной рабочей поверхности до верха окна – 2 м;
- нормированное значение коэффициента естественной освещенности ($e, \%$):

$e_{ут}$ – для естественного освещения;

e_n – для совмещенного освещения;

$K_3 = 1,5$;

$\tau_o = 0,5$;

$r_1 = 1,5$;

$K_{зд} = 1$.

9. Расчетные площади оконных проемов ($S_{\min 1}$ и $S_{\min 2}$) сравнить с существующей площадью окон в помещении ($S_{\text{факт}}$, м^2) и сделать вывод об их соответствии санитарным требованиям (раздел 2.7). В случае необходимости дать рекомендации.

$$S_{\text{факт}} = S_1 \cdot n,$$

где S_1 – площадь одного окна, равная $1,2 \text{ м}^2$;

n – количество окон в помещении.

Работа №4. Определение соответствия системы освещения в различных помещениях санитарно-гигиеническим требованиям.

Цель работы

Измерение параметров различных видов освещения в конкретных помещениях и установление их соответствия санитарно-гигиеническим требованиям.

Задание

1. Установить соответствие существующей системы естественного, совмещенного и (или) искусственного освещения нормативным санитарно-гигиеническим требованиям в лаборатории (аудитории, кабинетах и рабочих комнатах) - *по указанию преподавателя.*

2. Определить класс условий труда по фактору «Световая среда».

Порядок выполнения работы

Естественное и совмещенное освещение

1. Люксметром измерить величину освещенности в нескольких контролируемых точках внутри помещения и на улице под открытым небосводом. При измерении освещенности в коридоре и на лестнице измерения проводить на уровне пола, а в аудиториях и лабораториях – на рабочих местах, находящихся на расстоянии 1 м от противоположной окну стены на уровне условной рабочей поверхности ($\sim 0,8$ м от уровня пола).

2. По формуле 4 рассчитать значения КЕО,%. Данные занести в табл. 7.

3. Найти нормируемые значения КЕО для бокового естественного и совмещенного освещения в зависимости от типа помещения, указанного в задании (прил., табл. 5). По формуле 8 уточнить величину КЕО для естественного освещения с учетом группы административного района по ресурсам светового климата и ориентации окон в помещении по сторонам света (прил., табл. 2, 3). Данные занести в табл. 7.

4. Измеренные значения КЕО сравнить с нормативными и сделать вывод о качестве освещения в контролируемых помещениях.

5. Оценить класс условий труда по фактору «естественное освещение» (раздел 2.6).

Таблица 7

Показатели освещения рабочих мест

Вид помещения	№ п/п	Е, лк	КЕО _{изм} , %	Естественное.	Совмещенное
				освещение	освещение
				КЕО _{норм} , % (КЕО _{уточн}), %	КЕО _{норм} , %
	1				
	2				
	3				
	4				
	5				
	6				
	7				
			мин знач. =		
Е, лк под открытым небосводом					

Искусственное освещение

1. Составить план помещения и нанести на него точки, в которых будет осуществляться контроль уровня искусственного освещения на рабочих поверхностях. Число точек должно быть не менее 5–7.

2. Пульсметром-люксметром измерить величины освещенности (Е, лк) и коэффициента пульсации освещенности (К_п, %) в намеченных точках,

найти минимальное значение освещенности и среднее значение K_p . Данные занести в табл. 8.

3. Полученные значения параметров искусственного освещения сравнить с допустимыми (прил. табл. 5) для данного вида помещений (лаборатория, аудитория, рабочая комната и т.п.) и сделать вывод о качестве освещения.

4. Найти коэффициент неравномерности освещения ($\chi_{\text{неравн}}$) в помещении, разделив максимальную освещенность на минимальную, и сравнить ее с допустимым значением (раздел 2.3).

5. Установить класс условий труда по фактору «искусственное освещение» (раздел 2.6).

Таблица 8

Показатели искусственного освещения рабочих мест

Вид помещения	№ п/п	E, лк		K _п , %		$\chi_{\text{неравн}}$	
		норма	измер.	норма	измер.	норма	измер.
	1						
	2						
	3						
	4						
	5						
	7						
			мин. знач. =		ср. знач.=		

Работа №5. Аттестация рабочего места с использованием ПЭВМ по фактору «световая среда».

Цель работы

Измерение параметров освещения на рабочем месте с использованием ПЭВМ и установление их соответствия санитарно-гигиеническим требованиям.

Задание

- Определить соответствие: а) естественного и совмещенного освещения;
б) искусственного освещения

санитарно-гигиеническим требованиям, предъявляемым к качеству освещения на рабочем месте с использованием ПЭВМ по показателям: освещенности, коэффициента пульсации освещенности, яркости рабочей поверхности.

Порядок выполнения работы

Естественное (совмещенное) освещение

1. Люксметром измерить величину освещенности (E , лк) в 3 – 5 точках на рабочем месте, оборудованном ПЭВМ, и на улице под открытым небосводом. Данные занести в табл. 9.

2. По формуле 4 рассчитать значения КЕО (e , %), найти усредненное значение. Данные занести в табл. 9.

3. По табл. 5 приложения определить нормативное значение коэффициента естественной освещенности ($КЕО_{норм}$, %) для рабочего места, оборудованного ПЭВМ. По формуле 8 уточнить величину $КЕО_{норм}$ с учетом группы административного района по ресурсам светового климата и ориентации окон в помещении по сторонам света (прил., табл. 2, 3). Значения $КЕО_{норм}$ и $КЕО_{уточн}$ занести в табл. 9.

4. Среднее из измеренных значение КЕО сравнить с уточненным нормативным значением ($КЕО_{уточн}$, %) в случае естественного освещения и с нормативным значением ($КЕО_{норм}$, %) для совмещенного освещения и сделать вывод о качестве естественного (совмещенного) освещения.

5. Оценить класс условий труда по фактору «естественное освещение» (раздел 2.6).

6. В случае необходимости предложить рекомендации по улучшению качества освещения на рабочем месте, оборудованном ПЭВМ.

Таблица 9

Показатели освещения рабочих мест

№ п/п	Е, лк	КЕО _{расч} , %	КЕО _{средн} , %	Естественное освещение	Совмещенное освещение
				КЕО _{норм} , % (КЕО _{уточн}), %	КЕО _{норм} , %
1					
2					
3					
4					
5					
под открытым небосводом					
Класс условий труда по фактору «естественное освещение»					

Искусственное освещение

1. Пульсметром-люксметром измерить освещенность (Е, лк) и коэффициент пульсации освещенности (К_п, %) на рабочем месте, оборудованном ПЭВМ (в 3 – 5 точках). Данные занести в табл. 10.

2. Яркометром измерить яркость рабочей поверхности монитора (L, кд/м²) в 5-6 точках. Данные занести в табл. 10.

3. По табл. 5 приложения определить нормативные значения Е и К_п для данного рабочего места. По табл. 17 приложения установить максимально допустимое значение яркости рабочей поверхности, приняв, что площадь рабочей поверхности составляет более 0,1 м².

4. Сравнить средние из измеренных величин К_п и L и минимальное значение освещенности с их нормативными показателями.

5. На основе анализа всех выше контролируемых значений показателей освещения (Е, К_п, L) установить класс условий труда по фактору «искусственное освещение» (раздел 2.6).

6. В случае необходимости предложить рекомендации по улучшению качества освещения на рабочем месте, оборудованном ПЭВМ.

Показатели искусственного освещения рабочих мест

№ п/п	Е, лк		К _п , %		L, кд/м ²	
	норма	измер.	норма	измер.	норма	измер.
1						
2						
3						
4						
5						
		min. знач.=		ср. знач.=		ср. знач.=
Класс условий труда по фактору «световая среда»						

Работа № 6. Сравнительная характеристика источников света для искусственного освещения (стенд «Обследование условий освещения рабочих мест»).

Цель работы

Контроль параметров освещения рабочих мест для различных видов источников света: ламп накаливания, люминесцентных ламп и светодиодных ламп.

Задание

1. Для каждого вида источников света, используемых при освещении рабочего места (*тип ламп и их мощность задается преподавателем*), измерить/рассчитать следующие параметры искусственного освещения:

- а) освещенность (Е, лк);
- б) коэффициент пульсации освещенности (К_п, %);
- в) яркость рабочей поверхности различного цвета (L, кд/м²);
- г) световую отдачу источника света (η , лм/Вт).

2. Провести сравнительную характеристику параметров освещения поверхности рабочего места для различных типов источников света.

3. Установить, какие работы по зрительной характеристике (разряд и подразряд) можно рекомендовать к выполнению при найденных параметрах искусственного освещения (E , $K_{п}$, L).

4. Определить, какой тип ламп является наиболее эффективным для освещения рабочего места.

5. Указать основные преимущества и недостатки используемых типов ламп.

Порядок выполнения работы

1. Пульсметром-люксметром измерить величины освещенности (E , лк) и коэффициента пульсации освещенности ($K_{п}$, %) на рабочей поверхности определенного цвета (*по заданию преподавателя*), освещаемой различными источниками света.

2. Яркометром измерить яркость рабочей поверхности заданных цветов (L , кд/м²) в 3-4 точках рабочей поверхности при освещении рабочего места различными типами ламп.

3. Для каждого источника света рассчитать допустимую яркость рабочей поверхности (формула 10).

4. Рассчитать значения световой отдачи различных источников света (η , лм/Вт) по формуле: $\eta = F/W$, где F - световой поток от лампы определенного типа, лм (прил., табл. 9, рис. 13), W – мощность лампы, Вт.

5. Все измеренные и рассчитанные значения параметров искусственного освещения занести в табл. 11.

6. Провести сравнительную характеристику параметров освещения для различных поверхностей рабочего места, освещаемых разными типами источников света.

7. Установить, какие зрительные работы (разряд и подразряд) можно рекомендовать к выполнению при найденных параметрах искусственного освещения (E , $K_{п}$). Нормативные значения освещенности, коэффициента пульсации см. в табл. 1 приложения.

Таблица 11

Показатели искусственного освещения рабочих мест

Тип лампы	E, лк		K _п , %		L, кд/м ²		η, лм/Вт	W, Вт	F, лм	Разряд (по разряд)
	измер.	норм	измер	норм	измер	доп.	рассч			
Лампа накаливания										
Люминесцентная лампа										
Светодиодная лампа										

8. Определить, какой тип ламп является наиболее эффективным для освещения рабочего места.

9. Указать основные преимущества и недостатки используемых типов ламп.

Работа № 7. Выбор схемы включения люминесцентных ламп в зависимости от контролируемой величины коэффициента пульсации освещенности (стенд «Обследование условий освещения рабочих мест»).

Цель работы

Контроль параметров освещения рабочих мест для различных схем включения люминесцентных ламп.

Задание

1. Для каждой схемы включения люминесцентных ламп проконтролировать параметры искусственного освещения:

а) освещенность (E, лк);

б) коэффициент пульсации освещенности (K_п, %).

2. Провести сравнительную характеристику параметров освещения поверхности рабочего места для различных схем включения источников света.

3. Установить, какие работы по зрительной характеристике (разряд и подразряд) можно рекомендовать к выполнению при найденных параметрах искусственного освещения (E , $K_{п}$).

4. Определить, какая из схем включения люминесцентных ламп является наиболее эффективной для освещения рабочего места.

Порядок выполнения работы

1. Проверить отключение стенда от сети электропитания.
2. Включить пульсметр-люксметр, используемый для контроля параметров освещения (время прогрева прибора 5 мин).
3. Соединить аппаратуру в соответствии с электрической схемой, приведенной на рис. 7 (стартерная классическая схема включения люминесцентных ламп).
4. Установить фотодатчик пульсметра-люксметра (P1) в окно блока люминесцентных ламп.
5. Включить автоматический выключатель и устройство защитного отключения однофазного источника питания G1.
6. Включить одноклавишный выключатель A5.
7. Измерить пульсметром-люксметром P1 освещенность (E , лк) и коэффициент пульсации освещенности ($K_{п}$, %).
8. Данные измерений занести в табл. 12.
9. Повторить эксперимент при схемах соединения, приведенных на рис. 8 (стартерная антистробоскопическая схема включения люминесцентных ламп) и рис. 9 (с электронной пускорегулирующей аппаратурой). Данные измерений занести в табл. 12.
10. По измеренным значениям освещенности для каждой схемы включения люминесцентных ламп установите, какие разряды (подразряды) зрительных работ можно рекомендовать к выполнению при данной системе общего искусственного освещения (см. раздел 2.6 и табл. 1 приложения).
11. Для рекомендованных разрядов (подразрядов) зрительных работ проведите сравнение измеренных значений коэффициентов пульсации

освещенности с их нормативными значениями (прил., табл. 1) и установите класс условий труда по фактору «Искусственное освещение» (раздел 2.6).

12. Сделайте вывод, какая схема включения люминесцентных ламп соответствует санитарно-гигиеническим требованиям.

Таблица 12

Показатели искусственного освещения рабочих мест

Схема включения люминесцентных ламп	Е, лк	К _п , %	Разряд (подразряд) зрительной работ, ее характеристика	Нормативные значения		Класс условий труда
				Е, лк	К _п , %	
Стартерная классическая						
Стартерная антистробоскопическая						
С электронной пускорегулирующей аппаратурой						

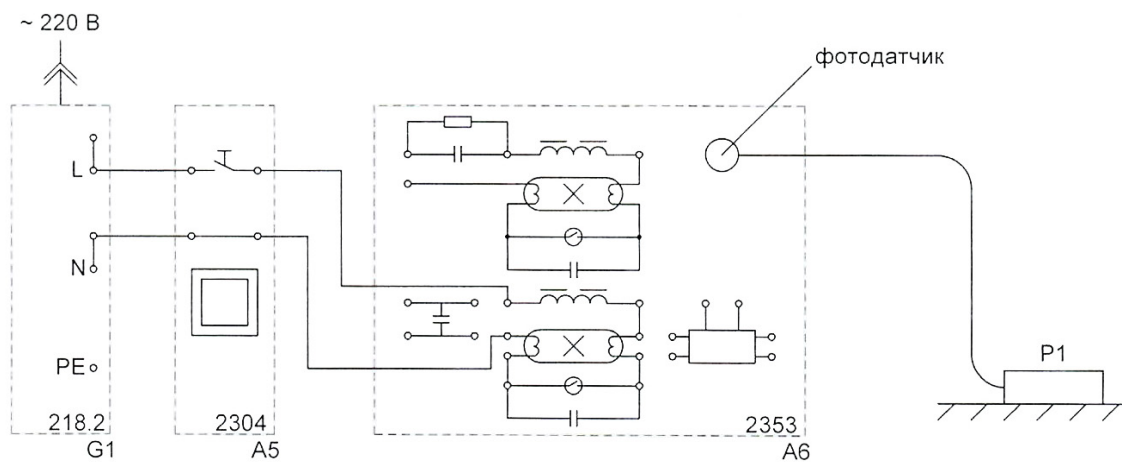


Рис. 7. Стартерная классическая схема включения люминесцентных ламп

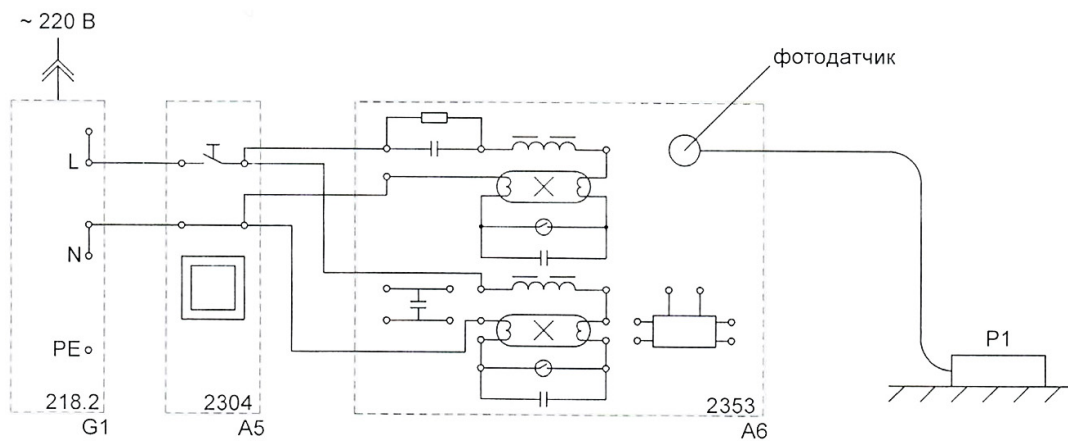


Рис. 8. Стартерная антистробоскопическая схема включения люминесцентных ламп

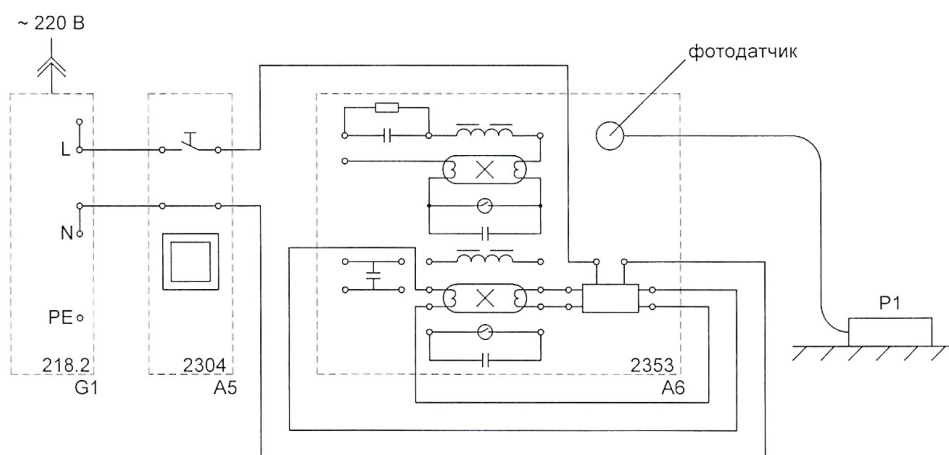


Рис. 9. Схема включения люминесцентных ламп с электронной пускорегулирующей аппаратурой

Работа № 8

Оценка влияния угла наклона рабочей поверхности на параметры искусственного освещения (стенд «Обследование условий освещения рабочих мест»).

Цель работы

Контроль параметров искусственного освещения рабочих мест для различных типов источников света в зависимости от угла наклона рабочей поверхности.

Задание

1. Для указанного преподавателем типа источника света (лампа накаливания, люминесцентная лампа, светодиодная лампа) проконтролировать параметры комбинированного, общего и местного искусственного освещения:

а) освещенность (E , лк);

б) коэффициент пульсации освещенности ($K_{п}$, %)

в зависимости от угла наклона рабочей поверхности.

2. Провести сравнительную характеристику параметров освещения поверхности рабочего места для указанных источников света.

3. Установить, какие работы по зрительной характеристике (разряд и подразряд) можно рекомендовать к выполнению при найденных параметрах комбинированного и общего искусственного освещения.

4. Для каждого случая установить класс условий труда.

Порядок выполнения работы

1. Проверить отключение стенда от сети электропитания.

2. Включить пульсметр-люксметр, используемый для контроля параметров освещения (время прогрева прибора 5 мин).

3. Соединить аппаратуру в соответствии с электрической схемой, приведенной на рис. 10.

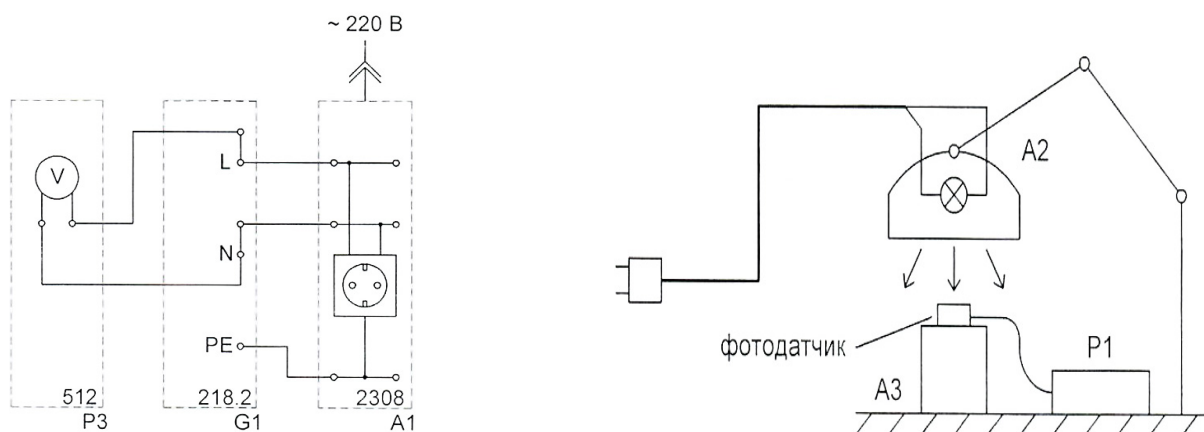


Рис. 10. Электрическая схема соединений

4. Установить в настольный светильник А2 лампу заданного типа и мощности (накаливания, люминесцентную, светодиодную).

5. Вставить вилку настольного светильника А2 в розетку блока А1.

6. Установить фотодатчик пульсметра-люксметра Р1 в держатель А3 под рассеивателем настольного светильника А2 горизонтальной поверхности лабораторного стола (угол наклона рабочей поверхности $\alpha = 0$ град).

7. Включить автоматический выключатель и устройство защитного отключения источника питания G1.

8. Устанавливая последовательно держатель фотодатчика под заданным углом α в диапазоне 0; 20; 40; 60; 80 град, пульсметром-люксметром Р1 измерить:

- освещенность рабочей поверхности (Е1, лк) и коэффициент пульсации освещенности ($K_{п1}$, %) при комбинированном искусственном освещении;
- освещенность рабочей поверхности (Е2, лк) и коэффициент пульсации освещенности ($K_{п2}$, %) при общем искусственном освещении, т.е. при отключенном настольном светильнике.

9. Результаты измерений параметров освещения занести в табл. 13.

Таблица 13

Показатели искусственного освещения рабочих мест

Угол наклона α , град	Комбинированное освещение			Общее освещение			Местное освещение
	Е1, лк	$K_{п1}$, %	Разряд (подразряд) зрительной работы	Е2, лк	$K_{п2}$, %	Разряд (подразряд) зрительной работы	Е3, лк
0							
20							
40							
60							
80							

10. Используя данные табл. 13, вычислить для каждого угла α освещенность, создаваемую настольным светильником А2 по формуле:

$$E_3 = E_1 - E_2$$

11. Полученные значения E_3 занести в табл. 13.

12. Постройте графики зависимости $E = f(\alpha)$ для различных видов освещения. Сделайте соответствующие выводы.

13. Рекомендуйте разряды с подрядами зрительных работ, для которых измеренные значения параметров комбинированного и общего искусственного освещения, при различных углах наклона рабочей поверхности будут соответствовать допустимым условиям по фактору «Искусственное освещение» (раздел 2.6).

Работа № 9. Оценка влияния высоты подвеса светильника на параметры различных видов искусственного освещения (стенд «Обследование условий освещения рабочих мест»).

Цель работы

Контроль параметров освещения рабочих мест для различных типов источников света в зависимости от высоты подвеса светильника.

Задание

1. Для различных типов ламп (накаливания, люминесцентной, светодиодной – *мощность ламп задается преподавателем*) проконтролировать параметры комбинированного, общего и местного освещения:

а) освещенность (E , лк);

б) коэффициент пульсации освещенности ($K_{п}$, %)

в зависимости от высоты подвеса светильника.

2. Провести сравнительную характеристику измеренных параметров комбинированного, общего и местного освещения для различных источников света.

3. Установить, какие работы по зрительной характеристике можно рекомендовать к выполнению при найденных параметрах освещения (E , $K_{п}$).

4. Для каждого случая установить класс условий труда.
5. Рассчитать световую эффективность для каждого типа источников света и выбрать наиболее экономичный.

Порядок выполнения работы

1. Проверить отключение стенда от сети электропитания.
2. Включить пульсметр-люксметр, используемый для контроля параметров освещения (время прогрева прибора 5 мин).
3. Соединить аппаратуру в соответствии с электрической схемой, приведенной на рис. 11.

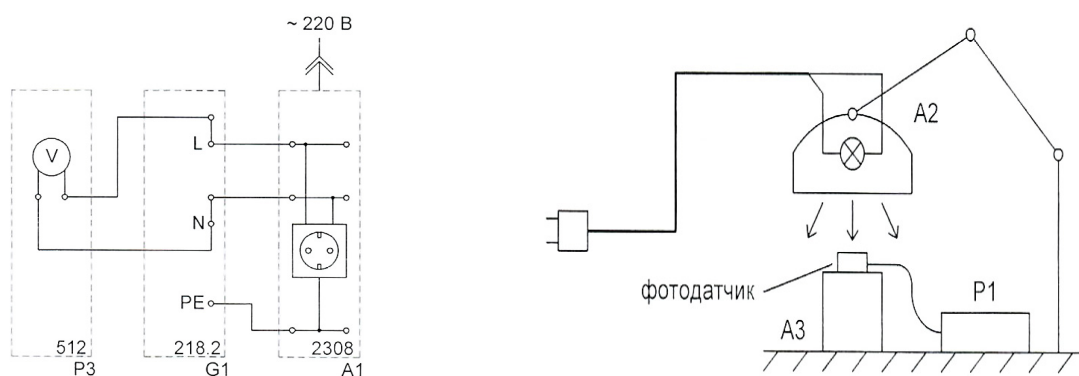


Рис. 11. Электрическая схема соединений

4. Установить в настольный светильник A2 лампу заданного типа и мощности (накаливания, люминесцентную, светодиодную).
5. Вставить вилку настольного светильника A2 в розетку блока A1.
6. Включить автоматический выключатель и устройство защитного отключения источника питания G1.
7. Устанавливая фотодатчик пульсметра-люксметра P1 на различных расстояниях от настольного светильника A2, проконтролировать параметры комбинированного освещения (E_1 , лк; $K_{п1}$. %).
8. Выключить настольный светильник A2 и проконтролировать параметры общего освещения (E_2 , лк; $K_{п2}$. %).
9. По формуле: $E_3 = E_1 - E_2$
рассчитать освещенность рабочего места при местном освещении.

10. Все найденные параметры освещения занести в табл. 14.

Таблица 14

Показатели искусственного освещения рабочих мест

Высота подвеса светильника h, см	Лампа накаливания, W, Вт					Люминесцентная лампа, W, Вт					Светодиодная лампа, W, Вт				
	E1, лк	E2, лк	E3, лк	K _{п1} , %	K _{п2} , %	E1, лк	E2, лк	E3, лк	K _{п1} , %	K _{п2} , %	E1, лк	E2, лк	E3, лк	K _{п1} , %	K _{п2} , %
60															
90															
140															

11. Постройте графики зависимости $E = f(h)$ и $K_p = f(h)$ для различных источников света в случае комбинированного, общего и местного освещения. Сделайте соответствующие выводы.

12. Рекомендуйте разряды (подразряды) зрительных работ, для которых измеренные значения параметров комбинированного и общего искусственного освещения, при разных расстояниях рабочей поверхности от источника местного освещения, будут соответствовать допустимым условиям по фактору «Искусственное освещение».

13. Рассчитать световую эффективность (P , лк/Вт) для каждого типа источников света по формуле:

$$P = E/W,$$

где E – освещенность, лк;

W – мощность источника света, Вт.

14. Указать, какой из источников света будет являться наиболее экономичным.

Работа № 10. Измерение яркости и освещенности рабочей поверхности определенного цвета при освещении ее источником света определенного типа и мощности (стенд «Обследование условий освещения рабочих мест»).

Цель работы

Установление разряда и подразряда зрительной работы в зависимости от контролируемых параметров общего искусственного освещения.

Задание

1. Для выданного образца текста установить по минимальному размеру объекта различения разряд зрительной работы.

2. Измерить яркости и освещенности рабочей поверхности определенного цвета при освещении ее источником света определенного типа и мощности. Установить подразряд зрительной работы.

3. Для установленного разряда и подразряда зрительной работы установить нормативное значение освещенности рабочей поверхности.

4. Определить класс условий труда по фактору «Искусственное освещение».

Порядок выполнения работы

1. Получить у преподавателя образец текста (заданного цвета на заданном фоне).

2. По величине минимального размера объекта различения (толщина линии печатного знака) установить разряд зрительной работы (прил., табл.1).

3. Для определения подразряда зрительной работы необходимо:
- по коэффициенту отражения поверхности ($K_{отр}$, прил., табл. 7) установить характеристику фона (раздел 2.3);
- по соотношению измеренных яркостей объекта ($L_{об}$, кд/м²) и фона ($L_{ф}$, кд/м²) установить контраст между объектом различения с фоном, K (раздел 2.3).

4. С целью определения яркостей объекта и фона установить фотодатчик люксметра-яркометра Р2 в держатель штатива А4 с направлением вниз (рис. 12).

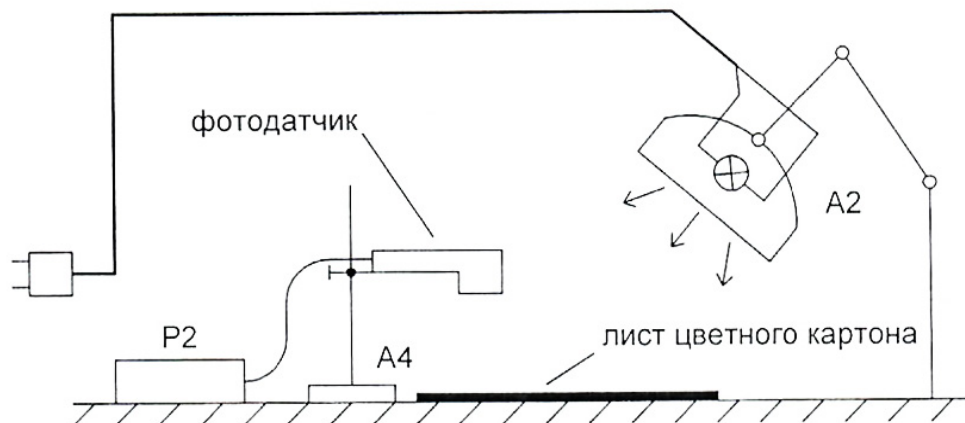


Рис. 12. Электрическая схема соединений

5. Под фотодатчиком расположить лист картона, цвет которого должен совпадать с цветом фона выданного образца с текстом.

6. Установить в настольный светильник лампу определенного типа и мощности (накаливания, люминесцентную, светодиодную).

7. Вставить вилку настольного светильника в розетку. Включить настольный светильник и направить свет от него так, чтобы он отражаясь попадал на фотодатчик люксметра-яркометра (рис. 12).

8. Включить люксметр-яркометр, используемый для контроля параметров освещения (время прогрева прибора 1,5 мин), и измерить яркость L_1 и освещенность E_1 рабочей поверхности картона цвета фона.

9. Отключить настольный светильник и измерить яркость L_2 и освещенность E_2 рабочей поверхности картона цвета фона.

10. Вычислить яркость и освещенность рабочей поверхности фона (L_ϕ , $E_{\text{пов}}$) от света светильника по формулам:

$$L_\phi = L_1 - L_2$$

$$E_{\text{пов}} = E_1 - E_2$$

11. Взять картон, цвет которого соответствует цвету текста и повторить все действия в соответствии с пунктами 7–9 (при этом контролировать только величину яркости – L_3 и L_4).

12. Вычислить яркость цвета текста, т.е. яркость объекта различения:

$$L_{\text{об.}} = L_3 - L_4$$

13. Рассчитать контраст объекта с фоном (по модулю) по формуле:

$$K = \frac{L_{\text{об.}} - L_{\phi}}{L_{\phi}},$$

при $K > 0,5$ контраст большой (объект и фон резко различаются по яркости);

при $0,2 < K \leq 0,5$ - средний (объект и фон заметно отличаются по яркости);

при $K < 0,2$ - малый (объект и фон мало отличаются по яркости).

14. По установленному контрасту объекта с фоном и характеристике фона (п. 3) определить подразряд зрительной работы (прил., табл.1).

15. Для установленного разряда и подразряда зрительной работы установить нормативное значение освещенности рабочей поверхности ($E_{\text{норм.}}$) для общего искусственного освещения (прил., табл. 1).

16. Все найденные параметры освещения занести в табл. 15.

17. Путем сравнения величины освещенности рабочей поверхности ($E_{\text{пов.}}$) с $E_{\text{норм.}}$ определить класс условий труда по фактору «Искусственное освещение» (раздел 2.6).

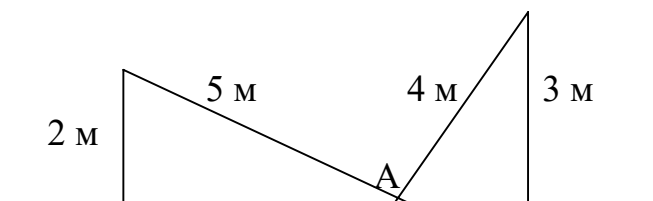
Таблица 15

Фон	Цвет фона	
	$K_{отр.}$	
	Характеристика фона	
	$L_{ф.}, \text{кд/м}^2$	
	$E_{пов.}, \text{лк}$	
Объект	Минимальный размер объекта различения, мм	
	Цвет объекта	
	$L_{об.}, \text{кд/м}^2$	
Яркость рабочей поверхности	$L_1, \text{кд/м}^2$	
	$L_2, \text{кд/м}^2$	
	$L_3, \text{кд/м}^2$	
	$L_4, \text{кд/м}^2$	
Освещенность рабочей поверхности	$E_1, \text{лк}$	
	$E_2, \text{лк}$	
	$E_{пов.}, \text{лк}$	
Контраст объекта с фоном	K	
	Вид контраста объекта с фоном	
Разряд зрительной работы		
Подразряд зрительной работы		
Нормативное значение освещенности	$E_{норм.}, \text{лк}$	
Класс условий труда		

4. ЗАДАЧИ

1. Контроль условий работы в читальном зале библиотеки университета показал, что величина естественной освещенности на столах, стоящих у окна, составляет 530 лк, на столах, расположенных в центре помещения - 290 лк, а на столах, находящихся около стены - 150 лк. Величина измеренной в момент контроля освещенности на улице – 30000 лк. Каковы перспективы сохранения зрения у читателей, сидящих постоянно на указанных рабочих местах? Оцените класс условий труда по фактору «Естественное освещение» для каждого случая и дайте свои рекомендации.

2. Какой из светильников испускает свет большей силы, если величина измеренной освещенности в точке А, создаваемая каждым из них, оказалась одинаковой?



3. Оцените, достаточно ли для общего освещения сборочно-монтажного цеха $24 \times 12 \times 4$ м в системе комбинированного освещения сорока светильников типа ЛДР – 2×40 с люминесцентными лампами ЛБ. В цехе потолок свежепобелен, а стены окрашены светлой краской.

4. Оцените, во сколько раз суммарная площадь окон в типовом производственном помещении в г. Иванове (Москве, Чите) должна отличаться от площади окон в соответствующем помещении в г. Астрахани (Ставрополе, Архангельске) при условии, что окна выходят на север (юг, запад или восток)?

5. Настольный светильник прямого света с лампой накаливания мощность 60 Вт в кабинете начальника цеха расположен на расстоянии 90 см непосредственно над поверхностью стола. Коэффициент запаса для этого светильника - 1,2. Достаточно ли освещенности от этого светильника для нормальной работы? Оцените класс условий труда по фактору «искусственное освещение» по показателю достаточной освещенности и дайте соответствующие рекомендации для данного рабочего места.

6. В сварочном цехе, с содержанием пыли в воздухе 3 мг/м^3 , общее освещение обеспечивают 135 светильников типа ВПЛН – 2×40 с люминесцентными лампами типа ЛД. Сколько ламп может выйти из строя, чтобы санитарно-гигиенические нормы все еще соблюдались, если размеры цеха $25 \times 12 \times 6$ м, а светильники размещены на расстоянии 2 м от потолка. Принять $\rho_{\text{П}} = 50\%$, а $\rho_{\text{СТ}} = 30\%$.

7. Определите требуемую площадь световых проемов в помещении при боковом освещении методом светотехнического расчета для вариантов, приведенных в табл. 16.

Таблица 16

Номер варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$S_{\text{П}}, \text{ м}^2$	12.4	13.6	14.6	15.6	10.4	25.6	18.6	19.6	12.6	24.6
Разряд *	III	IV	V	I	II	VI	VII	VIII	VI	III
Номер группы **	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Ориентированность ***	С	З	В	Ю	СЗ	З	ЮЗ	СВ	ЮВ	В

* - Разряд зрительной работы.

** - Номер группы административных районов по ресурсам светового климата.

*** - Ориентированность световых проемов по сторонам света.

При расчетах принять, что напротив окон здание отсутствует и высота помещения $h = 3,5$ м.

Сравните, во сколько раз может измениться площадь окон в помещении, если расчет вести для совмещенного освещения.

8. В цехе изготовления штамповочных изделий из пластмасс для освещения используется комбинированная система освещения. Верхнее освещение создает на рабочих поверхностях освещенность $E = 150$ лк. Все рабочие места дополнительно освещаются от местных светильников, которые вмонтированы в производственное оборудование и расположены вертикально над рабочей поверхностью на высоте 80 см. Эти светильники излучают свет силой 290 кд. Удовлетворяет ли такое освещение санитарно-гигиеническим требованиям?

9. Рассчитать, сколько светильников типа ОДР – 2×40 с лампами типа ЛХБ необходимо предусмотреть для освещения помещения размером $12 \times 8 \times 3,5$ м; если в нем предполагается выполнять зрительные работы с объектами, имеющими минимальный размер 2 мм; коэффициент отражения фона составляет 0,1, а контраст объекта с фоном не превышает 0,3. В расчетах принять, что $\rho_{\text{П}} = 50\%$, а $\rho_{\text{СТ}} = 30\%$, $Z = 1,5$; $K_3 = 1,5$.

10. В лаборатории неорганической химии размером $18 \times 6 \times 3$ м в ИГХТУ естественное освещение обеспечивают 12 окон, выходящих на запад. Размер одного окна составляет $1,2 \times 1,5$ м². Напротив окон лаборатории на расстоянии 15 метров находится здание “Банки” высотой 10 м. Достаточно ли такой площади окон в лаборатории для обеспечения санитарно-гигиенических требований, предъявляемых к естественному (совмещенному) освещению?

11. В цехе металлорежущих станков на рабочем месте проводится контроль по точности обработки деталей (допуск - 0,35 мм). Условная рабочая поверхность станка находится на высоте 0,8 м от пола и освещается двумя светильниками, подвешенными на высоте 2,8 м от уровня пола таким образом, что свет от них падает на рабочую поверхность под углом 60° к

нормали, а они находятся по разные стороны на равном расстоянии от освещаемой поверхности. Сила света, испускаемого каждым из светильников в этом направлении, составляет 3200 кд. Удовлетворяет ли данное освещение санитарно-гигиеническим требованиям, если показатель ослепленности от этих светильников равен 18. Дайте подробное описание работ в цехе по зрительной характеристике.

12. В цехе площадью 20×10 м² со свежепобеленным потолком и светлоокрашенными стенами на расчетной высоте 3,4 м предполагается установить светильники типа ОД- 2×40 с люминесцентными лампами типа ЛТБ. Рассчитайте необходимое количество светильников для создания нормируемой освещенности при выполнении зрительных работ:

а) средней точности, $k_{от}$ от поверхности фона 0,15; контраст объекта с фоном (К) = 0,15;

б) малой точности, $k_{от}$ от поверхности фона 0,1; К = 0,3;

в) для общего постоянного наблюдения за ходом производственного процесса.

Какие еще параметры освещения должны учитываться для оценки качества световой среды и соблюдаться для обеспечения санитарно-гигиенических требований, предъявляемых к освещению на допустимом уровне?

13. В помещении, переоборудованном под аналитическую лабораторию, общая площадь световых проемов составляет 30 м². Удовлетворяет ли естественное освещение санитарно-гигиеническим требованиям, если размеры помещения $24 \times 6 \times 3,6$ м, а напротив окон на расстоянии 15 метров находится здание высотой 10 метров? Оцените класс условий труда по фактору “естественное освещение” на рабочих местах, расположенных у противоположной от окон стены на расстоянии один метр.

14. Выбрать и обосновать тип ламп и светильников, а также их количество для создания необходимого уровня общего искусственного освещения для безопасного обслуживания складских помещений по хранению ЛВЖ. Размер склада 30×10×5 м, без отопления, стены и потолок – бетонные.

15. Определите, достаточно ли мощности люминесцентных ламп типа ЛДЦ×40 в 20 светильниках типа ОДР-2 для общего освещения цеха размером 24×12×6 м³, если в нем осуществляется постоянное общее наблюдение за ходом производственного процесса. Стены и потолок цеха – бетонные. Коэффициент запаса = 1,5, а коэффициент использования светильника – 1,2. Если нет, то подберите необходимую мощность и тип источника света.

16. Светильник (СМО-100 с лампой накаливания мощностью 100 Вт) первоначально был установлен вертикально на расстоянии 2 метров от рабочей поверхности стола секретаря. Стол оборудован ПЭВМ. Определите, обеспечивает ли этот световой прибор нормируемую величину освещенности? Если нет, то рассчитайте на какой максимальной высоте он должен быть размещен? Оцените класс условий труда по фактору “искусственное освещение” в первом и во втором случае, если показатель ослепленности на данном рабочем месте не превышает 20.

17. Оцените, удовлетворяет ли эвакуационное освещение, состоящее из 4-х светильников типа «Астра» с лампами накаливания мощностью 15 Вт, нормам безопасности в коридоре длиной 50 м, шириной 2 м и высотой 3,5 м. Если нет, дайте свои предложения и обоснуйте их.

18. Установите характеристику зрительной работы, определите разряд (и подразряд) зрительной работы и спроектируйте общее освещение в системе комбинированного освещения для цеха по сборке часов.

Специфика работы: очень малые размеры деталей – до 0,1 мм;

контраст объекта различения с фоном – 0,15;

коэффициент отражения деталей – 0,75.

Размеры цеха 24×10×4 м. В цехе для общего освещения предполагается установить светильники, перекрытые светорассеивающим стеклом, типа ОДР с люминесцентными лампами ЛДЦ мощностью 40 Вт.

19. Для контроля уровня освещения в помещении использовался метод “регистрации мгновенных значений величины освещенности”. Данные этих измерений представлены в табл. 17.

Таблица 17

Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3	Вариант 4	Вариант 5
200	350	200	450	200
220	380	240	500	240
210	300	235	480	250
215	400	250	430	280
230	420	220	480	300
240	375	260	400	300
233	390	245	425	290
225	300	255	430	230
215	320	260	440	245
220	330	246	470	295

Освещение данного помещения осуществляется светильниками 1 группы с люминесцентными лампами типа ЛТБ, расстояние между рядами 1,5 м, а высота подвеса светильников 3,4 м.

Рекомендуйте, какие виды работ по зрительной характеристике можно выполнять в данном помещении и приведите их подробное описание. Значение коэффициента, учитывающего спектральный состав и яркость источника света, $K_{\text{л}} = 1,12$, потолок и стены – свежеекрашены, а пол покрыт линолеумом «сосна».

20. Оцените, достаточно ли площади окон (52 м^2), ориентированных на северо-запад, для помещения сортировки пиломатериалов в г. Иванове и в аналогичном помещении г. Ставрополе, если минимальные размеры дефектов в них составляют $0,3 - 0,5 \text{ мм}$. Высота от условной рабочей поверхности до верха окна – 2 м , а средневзвешенный коэффициент отражения от потолка, стен и пола – $0,4$. Размеры помещения $24 \times 8 \times 4 \text{ м}$. Ближайшее здание высотой 7 м находится на расстоянии 25 метров .

21. В результате аварии на подстанции произошло отключение рабочего освещения в окрасочном отделении завода по производству автомобилей. Включилось освещение безопасности, состоящее из 10 светильников типа НПС с лампами накаливания мощностью 40 Вт . Размеры помещения $20 \times 10 \times 4 \text{ м}$. Удовлетворяет ли данная система аварийного освещения в окрасочном отделении нормам безопасности. Стены и потолок в цехе – бетонные.

22. Можно приспособить помещение под склад $12 \times 6 \times 3 \text{ м}$ для хранения баллонов со сжиженным газом, если там сняли систему отопления. В этом помещении установлено 11 светильников типа ОД - 1 с люминесцентными лампами ЛДЦ мощностью 30 Вт . Если нет, то спроектируйте соответствующую систему освещения. Потолок в помещении – бетонный, стены покрыты местами облупившейся известковой побелкой.

23. Как изменится уровень освещения рабочих поверхностей в производственном помещении от 14 светильников типа Астра с лампами накаливания мощностью 100 Вт после ремонта помещения $6 \times 12 \times 3 \text{ м}$. До ремонта потолок и стены были запущены и покрыты темной пылью, а после ремонта побелены и свежеекрашены. Определите класс условий труда в помещении (в первом и во втором случае) по фактору “искусственное

освещение”, если здесь проводятся зрительные работы VI разряда, отраженная блескость отсутствует, а показатель ослепленности равен 39.

24. В швейном цехе $20 \times 6 \times 4$ м для освещения рабочих мест используется система комбинированного освещения. С этой целью используются местные светильники, обеспечивающие освещенность $E_M = 2700$ лк и 200 светильников общего освещения типа ШОД- 2×40 с лампами ЛДЦ, подвешенными на высоте 3 метра от рабочей поверхности ($K_3 = 1,2$ и $Z = 1,2$) и обеспечивающими $E_{Общ}$. Оцените, во всех ли случаях система искусственного освещения соответствует санитарно-гигиеническим требованиям, если: идет пошив черных, серых и белых. Толщина нити во всех случаях одинакова и составляет 0,2 мм. Дайте свои предложения.

25. Спроектируйте необходимую систему рабочего освещения помещений с размерами $25 \times 50 \times 4$ м, исходя из зрительных норм и норм безопасности труда:

- 1) для гальванического отделения цеха завода металлопокрытий;
- 2) вулканизационного отделения завода искусственных подошв;
- 3) сварочного цеха;
- 4) отделочного производства текстильной фабрики;
- 5) отделения наполнения баллонов ацетиленом.

26. Спроектируйте необходимую систему рабочего освещения для помещения ОТК, если брак по окраске, который определяется визуально, считается засоренность частицами 0,4 мм (для вариантов):

- а) фон (Ф) – средний и контраст (К) объекта с фоном – средний;
- б) Ф – темный и К – малый;
- в) Ф – средний и К – малый.

Размеры помещения ОТК – $(10 \times 6 \times 4, \text{ м}^3)$.

5. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Дать определение понятию «свет».
2. Перечислить количественные и качественные показатели освещения (дать их определение, указать размерность).
3. Виды естественного освещения.
4. Коэффициент естественной освещённости (КЕО) – нормативный показатель естественного освещения. Перечислить основные параметры (критерии), которые необходимо учитывать при выборе нормативного значения КЕО.
5. Расчет уточненного значения КЕО для зданий, расположенных в административных районах, относящихся по ресурсам светового климата ко 2 – 5 группам.
6. Разряды зрительных работ, их количество. Указать критерий, по которому устанавливается разряд зрительной работы.
7. Проектирование естественного освещения.
8. Виды искусственного освещения.
9. Освещённость – нормативный показатель искусственного освещения. Перечислить основные факторы (критерии), которые необходимо учитывать при выборе нормативного значения освещённости.
10. Подразряды зрительных работ, их установление.
11. Методы расчета искусственного освещения. Область их применения.
12. Источники искусственного света, их достоинства и недостатки.
13. Светильники, их классификация.
14. Дать определение понятию «совмещенное освещение». Указать нормативный параметр совмещенного освещения. Проектирование совмещенного освещения.
15. Приборы контроля параметров систем освещения, принцип их работы.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Таблица 1

Нормативные значения показателей, характеризующих качество световой среды [1]

Характеристика зрительной работы	Наименьший размер объекта, мм	Разряд зрительной работы	Подразряд зрительной работы	Контраст объекта с фоном	Характеристика фона	Искусственное освещение					Естественное освещение		Совмещенное освещение	
						Освещенность при системе освещения, лк			Сочетание нормируемых величин показателя ослепленности и коэффициента пульсации		КЕО (e_n) при освещении, %			
						комбинированного		общего	Р	К _п , %	верхнем или комбинированном	боковом	верхнем или комбинированном	боковом
						всего	в том числе общего							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Наивысшей точности	Менее 0,15	I	a	Малый	Темный	5000 4500	500 500	- -	20 10	10 10	-	-	6,0	2,0
			b	Малый Средний	Средний Темный	4000 3500	400 400	1250 1000	20 10	10 10				
			v	Малый Средний Большой	Светлый Средний Темный	2500 2000	300 200	750 600	20 10	10 10				
			г	Средний Большой «	Светлый « Средний	1500 1250	200 200	400 300	20 10	10 10				
Очень высокой точности	От 0,15 до 0,30	II	a	Малый	Темный	4000 3500	400 400	- -	20 10	10 10	-	-	4,2	1,5
			b	Малый Средний	Средний Темный	3000 2500	300 300	750 600	20 10	10 10				
			v	Малый Средний Большой	Светлый Средний Темный	2000 1500	200 200	500 400	20 10	10 10				
			г	Средний Большой «	Светлый Светлый Средний	1000 750	200 200	300 200	20 10	10 10				

Продолжение табл. 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Высокой точности	От 0,30 до 0,50	III	а	Малый	Темный	2000	200	500	40	15	-	-	3,0	1,2
			б	Малый	Средний	1500	200	400	20	15				
			в	Средний	Темный	1000	200	300	40	15				
			г	Малый	Светлый	750	200	200	20	15				
			г	Средний	Средний	750	200	300	40	15				
г	Большой	Темный	600	200	200	20	15							
г	Средний	Светлый	400	200	200	40	15							
г	Большой	«	«	Средний	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Средней точности	Св. 0,5 до 1,0	IV	а	Малый	Темный	750	200	300	40	20	4	1,5	2,4	0,9
			б	Малый	Средний	500	200	200	40	20				
			в	Средний	Темный	500	200	200	40	20				
			г	Малый	Светлый	400	200	200	40	20				
			г	Средний	Средний	400	200	200	40	20				
г	Большой	Темный	400	200	200	40	20							
г	Средний	Светлый	-	-	200	40	20							
г	Большой	«	«	Средний	-	-	200	40	20	-	-	-	-	-
Малой точности	Св. 1 до 5	V	а	Малый	Темный	400	200	300	40	20	3	1	1,8	0,6
			б	Малый	Средний	-	-	200	40	20				
			в	Средний	Темный	-	-	200	40	20				
			г	Малый	Светлый	-	-	200	40	20				
			г	Средний	Средний	-	-	200	40	20				
г	Большой	Темный	-	-	200	40	20							
г	Средний	Светлый	-	-	200	40	20							
г	Большой	«	«	Средний	-	-	200	40	20	-	-	-	-	-

Окончание табл. 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Грубая (очень малой точности)	Более 5	VI		Независимо от характеристик фона и контраста объекта с фоном		-	-	200	40	20	3	1	1,8	0,6
Работа со светящимися материалами и изделиями в горячих цехах	Более 0,5	VII		То же		-	-	200	40	20	3	1	1,8	0,6
Общее наблюдение за ходом производственного процесса: постоянное периодическое при постоянном пребывании людей в помещении периодическое при периодическом пребывании людей в помещении Общее наблюдение за инженерными коммуникациями		VIII	а	«	-	-	200	40	20	3	1	1,8	0,6	
			б	«	-	-	75	-	-	1	0,3	0,7	0,2	
			в	«	-	-	50	-	-	0,7	0,2	0,5	0,2	
			г	«	-	-	20	-	-	0,3	0,1	0,2	0,1	

Таблица 2

Группы административных районов по ресурсам светового климата [1]

Номер группы	Административный район
1	Московская, Смоленская, Владимирская, Калужская, Тульская, Рязанская, Нижегородская, Свердловская, Пермская, Челябинская, Курганская, Новосибирская, Кемеровская области. Мордовия, Чувашия, Удмуртия, Башкортостан, Татарстан, Красноярский край (севернее 63° с.ш.) Республика Саха (Якутия) (севернее 63° с.ш.) Чукотский нац. округ, Хабаровский край (севернее 55° с.ш.)
2	Брянская, Курская, Орловская, Белгородская, Воронежская, Липецкая, Тамбовская, Пензенская, Самарская, Ульяновская, Оренбургская, Саратовская, Волгоградская области, Республика Коми, Кабардино-Балкарская Республика, Северо-Осетинская Республика, Ханты Мансийский нац. округ, Алтайский край, Красноярский край (южнее 63° с.ш.), Республика Саха (Якутия) (Южнее 63° с.ш.), Республика Тува, Бурятская Республика, Читинская область, Хабаровский край (южнее 55° с.ш.), Магаданская область
3	Калининградская, Псковская, Новгородская, Тверская, Ярославская, Ивановская, Ленинградская, Вологодская, Костромская, Кировская области, Карельская Республика, Ямало-Ненецкий нац. округ, Ненецкий нац. округ
4	Архангельская, Мурманская области
5	Калмыцкая Республика, Ростовская, Астраханская области, Ставропольский край, Дагестанская Республика, Амурская область, Приморский край

Таблица 3

Коэффициенты светового климата (m) для зданий со световыми проемами в наружных стенах [1]

Номер группы административных районов	«m» при световых проемах, ориентированных по сторонам горизонта на		
	север; северо-запад, северо-восток	запад, восток	юг, юго-запад, юго-восток
1	1	1	1
2	0,9	0,9	0,85
3	1,1	1,1	1
4	1,1	1,1	1,1
5	0,8	0,8	0,8

Таблица 4

Показатели, влияющие на качество освещения, для некоторых цехов и отделений промышленных предприятий

Наименование помещений, рабочих мест	Характеристика помещений по условиям среды	Разряд и подразряд зрительных работ	Коэффициент запаса
1	2	3	4
Термическое отделение: - печи разогрева деталей; - ванны нагрева и охлаждения деталей	Пыльное	VII VI	1,7
Гальванический цех: - помещение ванн – загрузка и выгрузка; - шлифовальные и полировальные станки; - контроль качества	Химически активное, сырое Пыльное Нормальное	IIIa IVб IIв	1,6 1,8 1,5
Сварочный цех	Пыльное	IIIб	1,8
Цех металлорежущих станков	Нормальное	IIIб	1,5
Сборочно-монтажное отделение	Нормальное	IIIб	1,5
Столярно-сборочное отделение	II-II	IIIв	1,5
Вулканизационное отделение	II-IIIa	Va	1,5
Склад баллонов сжиженного газа	V-Ia	VIIIв	1,5
Склад ЛВЖ	V-Ia	VIIIб	1,5
Текстильная фабрика: - газоопасный участок; - тканепечатные агрегаты; - разбраковка суровых тканей	II-IIIa II-II II-II	IIIв VI IIв	1,8 1,7 1,7
Кузнечный цех		VII	2,0
Производство полиэфирной нити: - отделение намотки	II-II	IIв	1,7
Цех нанесения лакокрасочных покрытий	V-Ia	IVб	1,8
Отделение штамповки изделий из пластмасс	II-IIIa	IIIб	1,5
Оператор ПЭВМ	Нормальное	Va	1,5

Таблица 5

Нормативные показатели, характеризующие качество освещения, для
некоторых помещений [4]

Помещения	Г-горизонт. плоскость, над полом, м	Искусственное освещение			Естественное освещение при боковом освещении КЕО _Н , %	Совместенное освещение при боковом освещ. КЕО _Н , %
		Освещенность рабочих поверхностей при общем освещении, Е лк	Коэффициент неравномерности освещения, $\chi_{\text{неравн}}$	Коэффициент пульсации, К _п , %		
Читальные залы	<i>Г-0,8</i>	400	1,3	15	1,2	0,7
Лаборатории органической и неорганической химии	<i>Г-0,8</i>	400	1,3	10/15	1,2	0,7
Аналитические лаборатории	<i>Г-0,8</i>	500	1,3	10	1,5	0,9
Аудитории	<i>Г-0,8</i>	500	1,3	10	1,2	0,7
Кабинеты информатики и вычислительной техники	<i>Г-0,8</i> В-1 (экран дисплея)	400 200	1,5	10	1,2	0,7
Кабинеты, раб.комнаты преподавателей	<i>Г-0,8</i>	300	1,5	15/20	1,0	0,6
Рекреации	<i>Пол</i>	150	2	-	0,5	0,3
Коридоры: - главные	<i>Пол</i>	75	3	-	0,1	-
- остальные	<i>Пол</i>	50		-	0,1	-

Таблица 6

Коэффициенты отражения ($K_{отр}$) некоторых наиболее распространенных материалов и красок [3]

Характеристика поверхности	$K_{отр}$
1	2
Бумага белая: ватманская писчая	0,82 – 0,76 0,70 – 0,60
Штукатурка без побелки: новая хорошо сохранившаяся в помещениях с темной пылью	0,42 0,30 – 0,20 0,20 – 0,15
Известковая побелка: новая хорошо сохранившаяся запущенная (в помещениях с темной пылью)	0,80 0,75 – 0,65 0,20 – 0,15
Силикатный кирпич и бетон: новые хорошо сохранившееся запущенные (в помещениях с темной пылью)	0,32 0,25 – 0,20 0,10 – 0,08
Красный кирпич	0,10 – 0,08
Дерево: сосна светлая фанера	0,50 0,38
Белый мрамор	0,70
Обои: белые, кремовые, светло-желтые, светло-серые, розовые, бледно-голубые, темные	0,85 – 0,65 0,65 – 0,45 0,25
Ткани: шелк (белый) сукно (черное)	0,65 – 0,58 0,02
Стекло: оконное (толщина 1 – 2 мм) матовое (толщина 1 – 2 мм)	0,08 0,10
Краска: белая клеевая алюминиевая цинковые белила светлая охра	0,80 – 0,70 0,60 – 0,50 0,76 0,66
Эмалированное белое железо Алюминий обработанный	0,80 – 0,60 0,45

Таблица 7

Коэффициенты отражения поверхностей

Цвет фона	Коэффициент отражения, $K_{отр}$
Белый	0,65-0,85
Желтый	0,33
Зеленый	0,38
Оранжевый	0,35 – 0,4
Красный	0,25 – 0,1
Серый	0,32
Синий	0,25
Коричневый	0,12
Фиолетовый	0,1
Черный	0,02

Таблица 8

Сравнительная характеристика параметров различных типов источников
искусственного света

Параметр сравнения	Лампа накаливания	Галогенная лампа	Люминесцентная лампа	Светодиодная лампа
Потребляемая мощность, Вт	75	45	15	10
Нагрев	Сильный	Сильный	Средний	Низкий
Прочность конструкции	Очень хрупкая	Хрупкая	Хрупкая	Прочная
Срок службы, часов, усредненно	1000	2 – 2,5 тыс	7 – 10 тыс	30 – 50 тыс
Простота установки/замены	Хорошо	Удовлетворит.	Отлично	Отлично
Экологичность	Хорошо	Хорошо	Удовлетворит.	Отлично

Таблица 9

Сравнение соотношения светового потока (люмен) к мощности лампы (Вт)
для ламп накаливания, люминесцентных ламп, светодиодных ламп

Лампа накаливания, мощность, Вт	Люминесцентная лампа, мощность, Вт	Светодиодная лампа, мощность, Вт	Световой поток, лм
20 Вт	5-7 Вт	2-3 Вт	Около 250 лм
40 Вт	10-13 Вт	4-5 Вт	Около 400 лм
60 Вт	15-16 Вт	8-10 Вт	Около 700 лм
75 Вт	18-20 Вт	10-12 Вт	Около 900 лм
100 Вт	25-30 Вт	12-15 Вт	Около 1200 лм
150 Вт	40-50 Вт	18-20 Вт	Около 1800 лм
200 Вт	60-80 Вт	25-30 Вт	Около 2500 лм

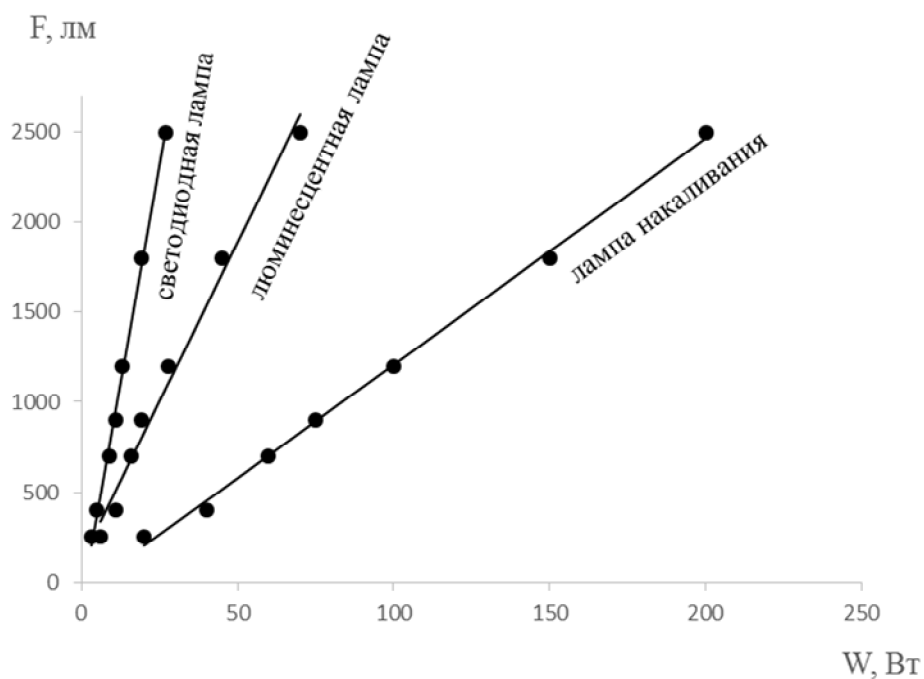


Рис. 11. Зависимости величин светового потока источников искусственного света от их мощности

Таблица 10

Значение световой характеристики окон

Отноше- ние $L_{\text{п}}/B^*$	Значение η_0 при отношении B/h_1^*							
	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	5,0	7,5	10,0
4 и более	6,5	7,0	7,5	8,0	9,0	10,0	11,0	12,5
3	7,5	8,0	8,5	9,5	10,0	11,0	12,5	14,0
2	8,5	9,0	9,5	10,5	11,5	13,0	15,0	17,0
1,5	9,5	10,5	13,0	15,0	17,0	19,0	21,0	23,0
1	11,0	15,0	16,0	18,0	21,0	23,0	26,5	29,0
0,5	18	23	31	37	45	54	66	-

Примечание к табл. 10: B - глубина помещения, м; h_1 – высота помещения от уровня условной рабочей поверхности до верха окна, м (в расчетах принять, равной 2 м); $L_{\text{п}}$ – длина помещения м.

Таблица 11

Значения коэффициента $K_{\text{зд}}$, учитывающего затемнение окон
противостоящими зданиями

$L/H_{\text{зд}}$	0,5	1,0	1,5	2,0	3 и более
$K_{\text{зд}}$	1,7	1,4	1,2	1,1	1,0

Примечание к табл. 11: L – расстояние между зданиями, м; $H_{\text{зд}}$ - высота здания, м.

Таблица 12

Световой поток для наиболее распространенных источников освещения (F, лм) в зависимости от мощности лампы (W, Вт)

Мощность лампы (W), Вт	Люминесцентные лампы					Лампы накаливания
	ЛБ	ЛТБ	ЛХБ	ЛД	ЛДЦ	
15	760	700	675	590	500	105
20	1180	975	935	920	820	-
25	-	-	-	-	-	210
30	2100	1720	1720	1640	1450	-
40	3000	2580	2600	2340	2100	380
60	-	-	-	-	-	650
65	4550	3980	3820	3570	3050	-
80	5220	4440	4440	4070	3560	-
100	-	-	-	-	-	1320
125	6000	-	-	-	-	-
150	-	-	8000	-	-	2000
200	-	-	10000	-	-	2920
300	-	-	-	-	-	4500
500	-	-	-	-	-	8200
750	-	-	-	-	-	13100
1000	-	-	-	-	-	18500
1500	-	-	-	-	-	28000

Таблица 13

Коэффициент использования светового потока в зависимости от типа светильника, коэффициентов отражения света от потолка ($\rho_{п}$), стен ($\rho_{ст}$) и пола ($\rho_{р}$) и индекса помещения

Светильники	1 группа: «Астра», УПМ, УПС, «Универсаль»			2 группа: УПД, СПБ, РСП10			3 группа: ВЗГ, Н4Б			4 группа: ВПЛН ВПЛД			5 группа: ЛСП-01, ОД, ОДР, ЛД, ЛДР, ШОД			6 группа: ЛПО, ЛСП- 04(09), ПВЛ, ВЛВ, ВЛН, УВЛ		
	$\rho_{п},\%$																	
$\rho_{ст},\%$	10	30	50	10	30	50	10	30	50	10	30	50	10	30		10	30	50
i	Коэффициент использования, η , %																	
0,5	17	21	25	21	24	28	14	16	22	12	14	17	10	14	11	13	18	
0,6	23	27	31	25	28	34	19	21	27	16	18	21	15	17	14	17	23	
0,7	30	34	39	29	39	38	23	24	29	19	21	24	16	20	16	20	27	
0,8	34	38	44	33	36	42	25	26	33	21	24	26	19	23	19	23	29	
0,9	37	41	47	38	40	44	27	29	35	23	25	28	20	25	21	27	32	
1	39	43	49	40	42	47	29	31	37	25	27	29	22	26	23	28	34	
1,5	41	50	55	46	51	57	34	37	44	29	30	39	28	32	30	36	42	
2	51	55	60	54	58	62	38	41	48	32	33	35	32	37	35	40	46	
3	58	62	66	61	64	67	44	47	54	35	37	39	38	43	41	45	51	
4	62	66	73	66	69	72	48	52	61	38	40	42	41	46	48	51	57	
5	64	69	73	66	69	72	48	52	61	38	40	42	43	48	48	51	57	

Примечание к табл. 13

К 1 группе относятся светильники для ламп накаливания общего назначения; ко 2 группе – светильники для ламп накаливания пылевлагодонепроницаемые; к 3 группе – светильники для ламп накаливания взрывозащищенные; к 4 группе – светильники для люминесцентных ламп полностью пыленепроницаемые; к 5 группе – светильники для люминесцентных ламп общего назначения; к 6 группе – светильники для люминесцентных ламп взрывозащищенного и взрывобезопасного исполнения.

Таблица 14

Значения коэффициентов отражения света от потолка, стен и пола

Состояние потолка	$\rho_{п}, \%$	Состояние пола	$\rho_{р}, \%$
Свежепобеленный	70	Дерево: сосна светлая	50
Чистый бетонный	50	Фанера	38
Светлый деревянный окрашенный	50	Дерево: дуб светлый	33
Деревянный неокрашенный	30	Дерево: орех	18
		Краска – светлая охра	66
Состояние стен			$\rho_{ст}, \%$
Обои: белые, кремовые, светло-желтые			85 – 65
светло-серые, песочно-желтые, розовые, бледно-голубые,			65 – 45
темные			25
Свежепобеленные с окнами, закрытыми белыми шторами			70
Свежепобеленные с окнами без штор			50
Бетонные с окнами			30
Кирпичные неоштукатуренные			10
Штукатурка без побелки: новая			42
хорошо сохранившаяся			30 – 20
в помещениях с темной пылью			20 – 15

Значения показателя ослепленности (Р) для осветительных установок,
выполненных линиями светильников с люминесцентными лампами [3]

Группа и краткая характеристика светильника по светотехническим параметрам	Примеры светильников	h м	Значение показателя ослепленности при относительном расстоянии между рядами светильников l/h			
			0,8	1,0	1,2	1,6
1	2	3	4	5	6	7
Группа 1 (зеркальный глубокого светораспределения, $\gamma_B = 7^\circ, \gamma_{II} = 30^\circ$)	ЛСП13	2,8	27	28	28	-
		3,4	24	26	25	-
		4,8	20	21	21	-
		8,8	16	16	17	-
Группа 2 (с диффузным отражателем, без решетки $\gamma_B = 7^\circ, \gamma_{II} = 15^\circ$)	ЛД, ПВЛМ-Д, ЛСП02, ЛСП06	2,4	38	38	40	43
		2,8	32	34	36	38
		4,8	28	30	31	32
		8,8	20	20	21	22
Группа 3 (с диффузным отражателем, с решеткой, $\gamma_B = 15^\circ, \gamma_{II} = 15^\circ$)	ЛД, ПВЛМ-Д, ЛСП02, ЛСП06	2,4	34	36	38	40
		2,8	30	32	33	34
		3,4	24	26	26	28
		8,8	20	20	21	22
Группа 4 (с диффузным отражателем, с решеткой, $\gamma_B = 30^\circ, \gamma_{II} = 30^\circ$)	ШОД, ЛСО02	2,4	16	20	23	25
		3,4	15	16	18	22
		8,8	12	14	15	16
Группа 5 (перекрытый рассеивателем)	ВЛВ, ПВЛ6, ПВЛП, УСП, ЛВП31, ЛВП33	1,7	28	28	30	34
		2,4	22	24	25	28
		4,8	15	16	17	20
Группа 6 (без отражателя и решетки с лампами типа ЛБР)	ПВЛМ	3,4	55	57	58	61
		4,8	49	50	51	54
		8,8	37	38	39	41
Группа 7 (без отражателя с решеткой, с лампами типа ЛБР)	ПВЛМ	3,4	50	54	57	60
		4,8	43	46	47	50
		8,8	32	34	35	47

Примечание.

h – высота подвеса светильника; l – расстояние между рядами светильников;
 γ_B, γ_{II} - защитные углы в продольной и поперечной плоскостях светильника.

Таблица 16

Значения коэффициента, учитывающего спектральный состав и яркость источников света (ИС) - K_L [3]

Тип ИС	Значение K_L	Тип ИС	Значение K_L
ДРЛ (6)	1,08	ЛД	1,12
ДРИ	1,46	ЛДЦ	1,08
ДнаТ	1,10	ЛХБ	1,11
ЛН	1,22	ЛТБ	0,91
		ЛЕ	0,94

Таблица 17

Наибольшая допустимая яркость диффузных рабочих поверхностей [3]

Площадь рабочей поверхности, m^2	Наибольшая допустимая яркость рабочей поверхности, $кд/м^2$
Менее 0,0001	2000
От 0, 0001 до 0,001	1500
Свыше 0,001 до 0,01	1000
Свыше 0,01 до 0,1	750
Более 0,1	500

Необходимые меры по ограничению отраженной блескости поверхностей, обладающих зеркальным и смешанным отражением, при выполнении работ

I – IV разрядов [3]

Источник света, светильник, яркость светящейся поверхности (L)	Расположение светильников местного освещения относительно рабочей поверхности и работающего	Воспринимаемое соотношение яркости объекта и фона
1	2	3
Работы с металлическими и пластмассовыми непрозрачными поверхностями (например, различение царапин, рисок и других дефектов на поверхности изделий и деталей)		
ЛЛ, светильник, перекрытый рассеивателем, $L=2500-4000$ кд/м ²	Светящая поверхность светильника должна зеркально отражаться от рабочей поверхности в направлении глаз работающего	«Темный объект на светлом фоне»
Работы с темными поверхностями пластмасс, керамики и других материалов (например, выявление дефектов на черных резинотехнических изделиях)		
ЛН, светильник прямого света без рассеивателя, $L=70000-100000$ кд/м ²	Зеркальное отражение светящейся поверхности светильника от рабочей поверхности не должно совпадать с линией зрения работающего	«Светлый объект на темном фоне»
Работы, требующие диффузно отражающих объектов на диффузном фоне через слой прозрачного материала (например, измерительных приборов, сборка изделий под прозрачными колпаками, работы с изделиями, покрытыми лаком, различение линий чертежа через кальку)		
Любые, L не нормируется	Зеркальное отражение светящейся поверхности светильника от слоя прозрачного материала не должно совпадать с линией зрения работающего	Любое
Работы с объектами различения, обладающие смешанным отражением (например, работы тушью и чтение текста на глянцевой бумаге)		
Любые, L не нормируется	Зеркальное отражение светящейся поверхности светильника от рабочей поверхности не должно совпадать с линией зрения работающего	Любое

СПИСОК СПРАВОЧНОЙ И НОРМАТИВНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. СП 52.13330.2011 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95.
2. Федеральный закон от 28.12.2013 N426-ФЗ (ред. от 01.05.2016) «О специальной оценке условий труда».
3. Оценка освещения рабочих мест. Методические указания. Ивановский НИИ охраны труда. Дата введения с 01 сентября 1998 г.- Иваново, 2002.- 47 с.
4. СанПиН 2.2.1/2.1.1. 2585-10. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий. Изменения и дополнения №1 к СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03.
5. Справочная книга по светотехнике / под ред. Ю.Б. Айзенберга;- 3-е изд. -М.: Знак. 2006.- 972 с.
6. Трепененков Р.И. Альбом чертежей, конструкций и деталей промышленных зданий / Р.И. Трепененков. - М.: Стройиздат, 1980.

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. Введение.....	3
2. Теоретическая часть.....	5
2.1. Особенности работы зрительного анализатора.....	5
2.2. Санитарно-гигиенические требования к освещению.....	6
2.3. Основные термины и определения.....	8
2.4. Нормирование уровня освещения рабочих мест.....	11
2.5. Контроль параметров естественного и искусственного освещения...	12
2.6. Оценка условий по фактору «световая среда».....	17
2.7. Проектирование естественного освещения.....	20
2.8. Проектирование искусственного освещения.....	21
2.9. Источники искусственного света.....	24
2.10. Светильники.....	31
3. Лабораторный практикум.....	34
4. Задачи.....	62
5. Контрольные вопросы.....	70
Приложение.....	71
Список справочной и нормативной литературы.....	87

Учебное издание

Кузьмина Ирина Алексеевна, Куприяновская Анна Павловна,
Тукумова Наталия Владимировна и др.

СВЕТОВАЯ СРЕДА И ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОСВЕЩЕНИЕ

Учебное пособие

по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности»

Редактор В.Л. Родичева

ФГБОУ ВО «Ивановский государственный
химико-технологический университет»

153000, г. Иваново, Шереметевский пр., 7